

UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECOLOGÍA DE ZONAS COSTERAS
CON ORIENTACIÓN AL MANEJO DE RECURSOS MARINOS-COSTEROS**

**“CARACTERIZACIÓN DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN EL REFUGIO
DE VIDA SILVESTRE ISLA DE CAÑAS, PROVINCIA DE LOS SANTOS
REPUBLICA DE PANAMA”**

EDWIN ANTONIO RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ

7 92 2086

Tesis presentada como uno de los
requisitos para optar al grado de
maestro en ciencias con
especialización en ecología de
zonas costeras con orientación al
manejo de los recursos marinos-
costeros

Panamá, Republica de Panamá

2008

AGRADECIMIENTOS

Agradezco ante todo a Dios, Todopoderoso por permitirme la salud sabiduría y habilidades científicas para desarrollar este trabajo de investigación

A mis padres por su apoyo incondicional, a mi esposa y a mis queridos hijos por la paciencia y comprensión en todo momento

Al Magister Italo Goti por su valioso aporte como asesor de esta tesis, por sus orientaciones adecuadas en el momento oportuno y sus atinadas sugerencias que han contribuido de manera muy eficaz a la elaboración de la tesis y a mi formación como ecólogo de zonas costeras

A Néstor Rivera y su sobrino Abdiel Barrios, de igual manera al Sr Toñín y Chinto a Jose Chang Omar Tuñón María T Rodríguez, Miguel Rodríguez, Reinaldo Mclean, Héctor Velásquez, María Ávila W Nilka Correa, Delfina de Saavedra y a los Mgters José Rivera y Angel Vega por su apoyo y orientaciones

A la Autoridad Nacional del Ambiente Region de Los Santos por permitirme el desarrollo de esta investigación en el Bosque de manglar en Isla de Cañas componente importante del Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas, Tonosí Provincia de Los Santos

De igual manera al Ministerio de Obras Publicas Region de Veraguas por el uso del Laboratorio de suelos para las pruebas de granulometría y al Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá Sede Divisa, en especial al Dr José Villarreal por su apoyo en los análisis de sedimentos y aguas estuarinas a la Universidad de Panamá (Centros Regionales de Los Santos y Veraguas) al Laboratorio de Biología del Colegio Manuel María Tejada Roca, al Lic Juan del Rosario por su apoyo en el análisis de Nutrientes y Clorofila *a*.

Al Magister Angel Vega y al Dr Carlos Seixas por aceptar ser jurados de esta tesis

A todas aquellas personas que de una u otra manera me dieron su apoyo o voz de aliento, en especial al pueblo de Isla de Cañas (Isla Caña) por recibirme y brindarme toda la colaboración posible

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa Isaura Walker de Rodríguez, a mis hijos Janeth del Carmen y Edwin Antonio, a mis queridos padres Señor Gregorio Rodriguez Escobar y Señora Feliciano Gutierrez Villarreal y a mis hermanos(as), abuelas, a toda mi familia quienes me han demostrado aprecio amor y apoyo en todos los momentos de mi vida.

RESUMEN

Se realizó una evaluación de las características fisionómicas del manglar de *Rhizophora mangle* L del Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas a través de tres parcelas de 10 x 100 m, entre enero y abril época seca, y entre julio y octubre época lluviosa. Se determinó el diámetro a la altura del pecho (DAP) entre los arbustos y árboles por separado la morfología de las hojas y propágulos. Por otro lado se determinó la altura promedio número de árboles por parcela, la producción de hojarasca, granulometría del sedimento contenido de minerales en el sedimento agua y tejido foliar el porcentaje de materia orgánica y las variables físico-químicas del sedimento y del agua. Finalmente se determinó la afectación del manglar por factores bióticos y el nivel de metales pesados Mn, Fe Zn, y Cu en el agua, sedimento y tejido foliar.

Estructuralmente el bosque de *Rhizophora mangle* L se corresponde con las características estructurales de manglar de borde. Los valores de productividad de hojarasca no presentan diferencia significativa entre las estaciones secas y lluviosas. El sedimento durante la estación seca es de tipo arenoso mientras que para la estación lluviosa se caracteriza por ser arenolodoso a lodo-arenoso.

En las aguas del canal estuarino el pH la temperatura, el oxígeno disuelto y la salinidad presentan valores dentro de los estándares normales para ambas estaciones del año mientras que los nutrientes muestran concentración inferior durante la estación seca y mayor durante la estación lluviosa, contrario a lo que ocurre con la clorofila. Finalmente el impacto que sufre el manglar se minimiza por las actividades agrícolas que realizan los pobladores de la Isla.

La información obtenida es un aporte al conocimiento de los manglares del Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas y sirve de línea base para la creación de un plan manejo integral

ABSTRACT

An assessment was made of the of physiognomic features of the mangrove *Rhizophora mangle* L. of Wildlife Refuge Isla de Cañas through three plots of 10 x 100 m between January and April during the dry season, between July and October rainy season. It was determined the diameter at breast height (DAP) in the bushes and trees separately the morphology of leaves and propagules. On the other hand we determined the average height, number of trees per plot, the production of litter, sediment particle size, mineral content in the sediment, water and leaf tissue, the percentage of organic matter and the physicochemical variables of the sediment and water. Finally, it was determined the effect of the mangroves by biotic factors and the level of heavy metals Mn, Fe, Zn, and Cu in water, sediment and leaf tissue.

Structurally the forest of *Rhizophora mangle* L. corresponds to the structural characteristics of an edge mangrove. The values of litter productivity don't show no significant difference between the rainy and dry seasons. The sediment during the dry season is sandy while for the rainy season is characterized by a sandy mud, Muddy – sand.

In the waters of the estuary channel, the pH, temperature, dissolved oxygen and salinity presents values within the normal standards for both seasons while nutrient show concentrations lower during the dry season and highest during the rainy season contrary to what happens to the chlorophyll. Finally, the impact suffered by the mangrove is minimized by agricultural activities undertaken by residents of the island.

The information obtained is a contribution to the knowledge of the mangrove Wildlife Refuge Isla de Cañas and serves as a baseline for the creation of an integral management plan.

INDICE

VI

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE GENERAL	VI
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE CUADROS	XX
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS	XXIV
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
II 1 Características estructurales y de productividad de un bosque de manglar	4
II 2 Características sedimentológicas y geo-químicas de los sedimentos en un manglar	9
II 3 Características físico-químicas y microbiológicas del agua estuarina en un manglar	12
II 4 Características de las concentraciones de metales pesados (Mn, Fe Zn y Cu) en sedimento agua estuarina y tejido foliar de <i>Rhizophora mangle</i> L	15
II 5 Características de la Fitopatología en un manglar de <i>Rhizophora mangle</i> L	18
II 6 Características del papel socioeconómico que juegan los recursos del manglar en beneficio de los usuarios	21
II 7 Demarcación de Parcelas	23

III OBJETIVOS	25
Objetivo general	25
Objetivos específicos	25
IV MATERIAL y METODOS	26
IV 1 Descripción general del area de estudio	26
IV 2 Aspectos bioecológicos/meteorológicos	27
IV 3 Demarcación de las parcelas	27
IV 4 Caracterización estructural y de productividad del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	28
IV 5 Caracterización sedimentológica y geo-química de los sedimentos en el Bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	32
IV 6 Caracterización fisico-química y microbiologica del agua del canal estuarino en Isla de Cañas	34
IV 7 Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn, Fe Zn y Cu) en sedimento agua estuarina y tejido foliar de <i>Rhizophora mangle</i> L	35
IV 8 Caracterización fitopatológica del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	37
IV 9 Caracterización socioeconómica del papel que juegan los recursos del manglar en beneficio de los usuarios	37
IV 10 Análisis estadísticos	38

V RESULTADOS	42
V 1 Caracterización estructural y de productividad del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	42
V 2 Caracterización sedimentológica y geo-química de los sedimentos en el Bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	59
V 3 Caracterización físico-química y microbiológica del agua del canal estuarino en Isla de Cañas	74
V 4 Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn, Fe, Zn y Cu) en sedimento, agua estuarina y tejido foliar de <i>Rhizophora mangle</i> L	82
V 5 Caracterización fitopatológica del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	87
V 6 Caracterización socioeconómica del papel que juegan los recursos del manglar en beneficio de los usuarios	92
VI DISCUSION	99
VI 1 Caracterización estructural y de productividad del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	99
VI 2 Caracterización sedimentológica y geo química de los sedimentos en el Bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	111
VI 3 Caracterización físico-química y microbiológica del agua del canal estuarino en Isla de Cañas	116
VI 4 Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn, Fe, Zn y Cu) en sedimento, agua estuarina y tejido foliar de <i>Rhizophora mangle</i> L	122

VI 5 Caracterización fitopatológica del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	126
VI 6 Caracterización socioeconómica del papel que juegan los recursos del manglar en beneficio de los usuarios en Isla de Cañas Tonosí	129
VII CONCLUSIONES	133
VIII RECOMENDACIONES	135
IX. BIBLIOGRAFÍA CITADA	136
Anexo I Figuras	152
Anexo II Cuadros	178
Anexo III Formulario	187
Formulario C1 aplicado en la entrevista a los usuarios del manglar en Isla de Cañas	188

LISTA DE FIGURAS

lación de figuras

Figura	Pág
Fig 1 Localización geográfica de Isla de Cañas y ubicación de las parcelas de estudio (P1 P2 P3)	26
Fig 2 Comparación del DAP de los arbustos entre la parcelas (P1 P2 P3) en Isla de Cañas	44
Fig 3 Comparación del DAP (cm) de los árboles entre la parcelas (P1 P2 P3) en Isla de Cañas	44
Fig 4 Distribución de las frecuencias de DAP de los arbustos y árboles en total en el bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	45
Fig 5 Comparación de la altura (m) de arbustos entre la parcelas (P1 P2 P3) en Isla de Cañas	46
Fig 6 Comparación de la altura (m) de árboles entre la parcelas (P1 P2 P3) en Isla de Cañas	46
Fig 7 Distribución de las frecuencias de HTt de los arbustos y árboles en total en el bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	47
Fig 8 Relación entre la altura total y el DAP de los árboles en Isla de Cañas 2007	49
Fig 9 Relación largo vs ancho de hojas de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	50
Fig 10 Comparación de la relación de largo vs ancho de las hojas de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas con las de otros manglares de América según (Cintron y Schaeffer Novell 1983)	51

Fig 11	Relación peso vs largo de hojas de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	51
Fig 12	Relación largo de peciolo vs largo de la hoja de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Canas	52
Fig 13	Relación de peso vs largo en propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	54
Fig 14	Productividad neta de hojarasca por día de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	55
Fig 15	Media mensual de la producción de hojarasca en Isla de Cañas por <i>Rhizophora mangle</i> L	55
Fig 16	Media mensual de los componentes de la Hojarasca (Hojas estípulas flores ramas y frutos de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	56
Fig 17	Distribución del promedio \pm desviación estándar del peso de hojas por mes de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	57
Fig 18 (a,b)	Valores promedio \pm desviación estándar de los químicos (% y mg/l) determinados en las hojas de <i>Rhizophora mangle</i> L el bosque de mangle en Isla de Cañas	59
Fig 19	Granulometría media, de acuerdo con la ecuación de Folk & Ward (1957) de la Parcela 1	69
Fig 20	Distribución granulométrica del sedimento de las tres Parcelas Isla de Cañas en época seca	70

Fig 21	Distribución granulométrica del sedimento de las tres Parcelas, Isla de Cañas, en época lluviosa	70
Fig 22	Granulometría media, de acuerdo a la ecuación de Folk & Ward(1957) de la Parcela 2	71
Fig 23	Granulometria media, de acuerdo a la ecuación de Folk & Ward (1957) de la Parcela 3	72
Fig 24	pH del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante las estaciones seca y lluviosa 2007	74
Fig 25	Salinidad del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante las estaciones seca y lluviosa 2007	75
Fig 26	Temperatura del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante las estaciones seca y lluviosa 2007	76
Fig 27	Oxígeno disuelto en el agua del canal estuarino en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante las estaciones seca y lluviosa 2007	76
Fig 28	Alcalinidad del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante las estaciones seca y lluviosa 2007	77
Fig 29	Concentración de Clorofila en el agua del canal estuarino en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante la estación seca y la lluviosa 2007	80
Fig 30	Metales pesados en sedimentos del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas y su concentración en P1 P2 y P3 durante la estación seca y lluviosa 2007	83

- Fig 31 Comparación de las concentraciones de metales pesados en sedimentos del bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 2007 83
- Fig 32 Metales pesados en el agua del canal estuarino en Isla de Cañas y su concentración en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante la estación seca y lluviosa 84
- Fig 33 Comparación de las concentraciones metales pesados en el agua del canal estuarino en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 2007 85
- Fig 34 Metales pesados en Tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas y su concentración en P1 P2 y P3 durante la estación seca y lluviosa. 86
- Fig 35 Comparación de las concentraciones de metales pesados en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 2007 87
- Fig 36 a y b Porcentaje de hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L con afectación por herbivoría en Isla de Cañas 88
- Fig 37 a y b Porcentaje de área foliar de las plántulas de *Rhizophora mangle* L con afectaciones por herbivoría en Isla de Cañas 89
- Fig 38 Vista de *Cytospora rhizophorae* sobre tronco de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas 90
- Fig 39 a, b y c Malformaciones causadas por *Cylindrocarpon* sp en troncos ramas y raíces de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas 90

- Fig 40 Hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas con
afectaciones fungicas y bacteriológicas 91
- Fig 41 Vista microscopica de Phoma en tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en Isla
de Cañas 92
- Fig 42 Extracción de varas de arbustos de *Rhizophora mangle* L para uso
doméstico por los usuarios del manglar en Isla de Cañas 94
- Fig 43 Porcentaje de especies animales con importancia económica para los
usuarios del manglar en Isla de Cañas 95
- Fig 44 Conchero de *Anadara tuberculosa* y *similis* extraidas del manglar en Isla de
Cañas para el consumo 96

LISTA DE FIGURAS DEL ANEXO I

Anexo de Figuras

Fig A1 Esquema representativo del modelo utilizado en la demarcacion de las parcelas (P1 P2 P3)	153
Fig A2 Vista de la parcela P1 en el Bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	153
Fig A3 Vista de la parcela P2 en el Bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	154
Fig A4 Vista de la Parcela P3 en el Bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Canas	154
Fig A5 Medicion del largo ancho peso y largo de peciolo en las hojas de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	155
Fig A6 Medición del largo y peso de los propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	155
Fig A7 Canastas colectoras de hojarasca en las parcelas de muestreo en Isla de Cañas	156
Fig A8 Secado de la hojarasca colectada en Isla de Cañas	156
Fig A 9 Selección y peso de los componentes de la hojarasca en Isla de Cañas	157
Fig A10 Medicion del area afectada por herbívora en las hojas de las plántulas de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	157
Fig A11 Poblado Isla de Cañas Centro	158
Fig A12 (a,b c) Comparación del DAP (arbustos y árboles) entre la parcelas (P1 P2 P3) en Isla de Cañas	159

Fig A13 (a,b c) Distribucion de las frecuencias de DAPt en los arbustos y arboles por parcela en el Bosque <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	160
Fig A14 Comparacion de la altura (m) (arbustos y árboles) entre la parcelas (P1 P2 P3) en Isla de Cañas	161
Fig A15 (a,b c) Distribucion de las frecuencias de HTt en los arbustos y arboles por parcela en el Bosque <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	162
Fig A16 Comportamiento mensual del pH en el sedimento del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas durante la estacion seca y la lluviosa	163
Fig A17 Comportamiento de la temperatura en el sedimento del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas durante la estacion seca y la lluviosa	163
Fig A18 Comportamiento del Nitrógeno en el sedimento sección horizontal del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas durante la estacion seca y la lluviosa	164
Fig A19 Comportamiento del Fosforo en el sedimento sección horizontal del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Canas durante la estacion seca y la lluviosa	164
Fig A20 Comportamiento del Magnesio en el sedimento sección horizontal del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Canas durante la estacion seca y la lluviosa	165
Fig A21 Comportamiento del Potasio en el sedimento sección horizontal del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Canas durante la estacion seca y la lluviosa	165
Fig A22 Comportamiento del Calcio en el sedimento sección horizontal del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas durante la estacion seca y la lluviosa	166
Fig A23 Comportamiento del Manganeso en el sedimento sección horizontal del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa	166

- Fig A24 Comportamiento del Hierro en el sedimento sección horizontal del bosque
de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 167
- Fig A25 Comportamiento del Zinc en el sedimento sección horizontal del bosque
de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 167
- Fig A26 Comportamiento del Cobre en el sedimento sección horizontal del bosque
de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 168
- Fig A27 (a,b) Comportamiento del pH en el sedimento sección vertical de P1 P2 y P3
en el bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación seca
y la lluviosa 168
- Fig A28 (a, b) Comportamiento del Nitrógeno en el sedimento sección vertical de P1
P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la
estación seca y la lluviosa 169
- Fig A29 (a, b) Comportamiento del Fósforo en el sedimento sección vertical de P1 P2
y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación
seca y la lluviosa 169
- Fig A30 (a, b) Comportamiento del Magnesio en el sedimento sección vertical de P1 P2
y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación
seca y la lluviosa 170
- Fig A31 (a, b) Comportamiento del Potasio en el sedimento sección vertical de P1 P2
y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación
seca y la lluviosa 170

- Fig A32 (a, b) Comportamiento del Calcio en el sedimento sección vertical de P1 P2
y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación
seca y la lluviosa 171
- Fig A33 Comportamiento del Aluminio en el sedimento sección vertical de P1 P2 y
P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación
lluviosa 171
- Fig A34 (a, b) Comportamiento del Manganeso en el sedimento sección vertical de
P1 P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la
estación seca y la lluviosa 172
- Fig A35 (a, b) Comportamiento del Hierro en el sedimento sección vertical de P1 P2
y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación
seca y la lluviosa 172
- Fig A36 (a, b) Comportamiento del Zinc en el sedimento sección vertical de P1 P2
y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación
seca y la lluviosa 173
- Fig A37 (a, b) Comportamiento del Cobre en el sedimento sección vertical de P1 P2
y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la
estación seca y la lluviosa 173
- Fig A38 Comportamiento de la materia orgánica en el sedimento sección horizontal
del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Canas durante la estación seca y
la lluviosa en P1 P2 y P3 174

Fig A39 (a, b) Comportamiento de la materia organica en el sedimento seccion vertical de P1 P2 y P3 en el bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas durante la estacion seca y la lluviosa	174
Fig. A40 Cultivo bacteriológico de agente patógeno que ataca el tejido foliar de las plántulas de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Canas	175
Fig A 41 Escamas (Insecto) en el envés de las hojas de las plántulas de <i>Rhizophora mangle</i> L	175
Fig A42 Vista de deformaciones en <i>Rhizophora mangle</i> L causadas por <i>Cilindrocarpum</i> sobre tronco y Termitero sobre raíz de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	176
Fig A43 Cultivo de Maíz/ Cerca con estación de mangle rojo	176
Fig A44 Cultivo de frijoles de bejuco o Chiricano	176
Fig. A45 Limones en el Puerto provenientes de Isla de Cañas Tonosí	177
Fig A46 Sandias en el Puerto provenientes de Isla de Caña, Tonosí	177

LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1 Características Estructurales de la especie <i>Rhizophora mangle</i> L. en las parcelas P1 P2 y P3 en el manglar en Isla de Cañas	43
Cuadro 2 Características estructurales del bosque de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	48
Cuadro 3 Estadística descriptiva de las medias de las dimensiones de las hojas de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de cañas	49
Cuadro 4 Estadística descriptiva, de las dimensiones medias de los propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> L en Isla de Cañas	53
Cuadro 5 Coeficiente de correlación de Spearman (r) (p) entre la productividad media mensual de hojarasca y algunos parámetros meteorológicos y físicoquímicos por estación en Isla de Cañas 2007	58
Cuadro 6 Prueba de Kruskal Wallis Diferencia de la concentración de los minerales entre los meses	62
Cuadro 7 Prueba de Kruskal Wallis Diferencia de la concentración de los minerales entre parcelas	62
Cuadro 8 Prueba U de Mann Whitney Concentración de minerales entre época seca y lluviosa	63
Cuadro 9 Correlación de rangos de Spearman, en el sedimento sección horizontal en Isla de Cañas para determinar la asociación entre los distintos minerales	63
Cuadro 10 Descripción granulométrica del sedimento de las parcelas en Isla de Canas de acuerdo al diagrama triangular de Shepard modificado por Holme & McIntyre (1971)	68
Cuadro 11 Descripción granulométrica del sedimento en el canal de Isla de Cañas de acuerdo al diagrama triangular de Shepard modificado por Holme & McIntyre (1971)	73
Cuadro 12 Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para las concentraciones minerales del agua estuarina entre los meses de muestreo en Isla de Cañas	77

Cuadro 13	Resultados de la prueba de Kruskal Wallis para las concentraciones minerales del agua estuarina entre los puntos de muestreo (CP1 CP2 Y CP3) en el canal estuarino frente a las parcelas de estudio en Isla de Cañas	78
Cuadro 14	Resultados de la prueba U Mann Whitney para la concentración de minerales en el agua estuarina en Isla de Cañas entre estacion seca y estacion lluviosa	78
Cuadro 15	Concentración de nutrientes del agua estuarina en Isla de Cañas por parcelas y estacion	79
Cuadro 16	Resultados de la prueba U Mann Whitney para la concentración de nutrientes y clorofila <i>a</i> en el agua estuarina en Isla de Cañas entre la estación seca y la estación lluviosa	80
Cuadro 17	Análisis microbiológico del agua del canal estuarino en Isla de Cañas	81
Cuadro 18	Recursos vegetales obtenidos del manglar y que brindan beneficios a la comunidad de Isla de Cañas	93

ANEXO CUADROS

Cuadro B1	Percentiles 10 y 90 de DAP de <i>Rhizophora mangle</i> L. en las parcelas de estudio en Isla de Cañas	179
Cuadro B2	Percentiles para HT en las tres parcelas de estudio en Isla de Cañas	179
Cuadro B3	Fracción granulométrica en porcentaje del sedimento en las parcelas en Isla de Cañas	179
Cuadro B4	Estadística gráfica granulométrica del sedimento de la parcela 1 de Isla de Cañas	180
Cuadro B5	Estadística gráfica granulométrica del sedimento de la parcela 2 de Isla Cañas	180
Cuadro B6	Estadística grafica granulometrica del sedimento de la parcela 3 de Isla de Canas	181
Cuadro B7	Fracción granulométrica en porcentaje del sedimento en el canal en Isla de Cañas	181
Cuadro B8	Usos del recurso vegetal del bosque de manglar en Isla de Cañas	181
Cuadro B9	Fauna asociada al bosque de manglar en Isla de Canas y de importancia economica para los usuarios del manglar	182
Cuadro B10	Clasificación de los crustáceos segun su valor comercial y de utilidad para los Isleños	183
Cuadro B11	Clasificación de los pelecypodos segun su valor comercial y de utilidad para los Isleños	184
Cuadro B12	Clasificacion de los peces utilizados para la alimentacion en Isla de Cañas segun su valor comercial	184
Cuadro B13	Clasificacion de las aves segun su utilidad por los usuarios del bosque de mangle en Isla de Cañas	185
Cuadro B14	Metodos de captura, condiciones de la marea y época por año en que se realizan las capturas de animales marinos costeros asociados al bosque de mangle en Isla de Cañas	185

ANEXO C

Formulario C1 Utilizado en la entrevista a los usuarios del manglar en Isla de Cañas 188

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Estadística

n	Tamaño de la muestra
x	media muestral
min	valor mínimo
máx	valor máximo
D E	desviación estándar
r	coeficiente de correlación
ANDEVA	análisis de varianza
SC	suma de cuadrados
p	nivel de probabilidad
ns	no significativo $p > 0.05$

*	correlación significativa al 0.05
**	correlación significativa al 0.01
***	correlación significativa al 0.001
n s	no significativa

| Granulometría

M _z	granulometría media gráfica
σ	selección inclusiva
Sk ₁	asimetría gráfica inclusiva
K _g	curtosis gráfica

Biología

DAP	diámetro a la altura del pecho
HT	altura total
I C	índice de complejidad de Holdridge
d	Densidad (Número de troncos/0.1 ha)
ab	área basal (m ² /0.1 ha)
h	altura del rodal (m)
s	Número de especies/0.1 ha

-- No se comercializa

X Se utiliza para el consumo en el hogar

I INTRODUCCIÓN

La función ecológica dominante de los manglares es el mantenimiento de habitats costero marinos y la provision concomitante de alimento y refugio para una gran variedad de organismos a diferentes niveles tróficos. Además, los manglares juegan un papel principal en mantener la calidad del agua y la estabilidad de la línea de costa, controlando la distribución de nutrientes y sedimentos en aguas estuarinas (Yáñez Arancibia *et al* 1998)

Los manglares se encuentran entre los ecosistemas tropicales más importantes tanto en términos de productividad primaria como por ser área de crianza, alimentación y protección de numerosas especies de interés comercial (Hernández Alcantara & Solís Weiss 1995)

En las costas bordeadas por los manglares según D Croz & Kwiecinski (1979) se encuentran además de las poblaciones nativas numerosos organismos en etapas juveniles que pasan solamente una parte de su vida en estos habitats. Aquí encuentran protección y abundante alimento que les garantiza un rápido crecimiento y más exitosa subsistencia. Están protegidos por la gran cantidad de raíces del mangle rojo que les sirve de refugio. También un eficiente flujo de energía, que va del manglar hacia la zona costera, en forma de detritus orgánicos derivados de las hojas caídas de los mangles les garantiza un amplio recurso alimenticio. Estas hojas al principio no sirven de alimento debido a la lignina y la celulosa que las componen. Sin embargo, la acción bacteriana y de los hongos en el agua convierte esta materia indigerible en una fuente de proteínas de gran importancia para la fauna asociada al manglar.

Anguizola *et al* (1988) realizaron un estudio mediante fotografías aéreas e imágenes de satélites para determinar la cobertura de manglar en el territorio nacional y determinó que la República de Panamá cuenta con trece áreas principales de manglares, nueve se

encuentran en la vertiente del Pacífico y cuatro en el Caribe la superficie total cubierta de manglares es de 1706 87 Km² En la costa del Pacífico existen 1647 68 km²

Los bosques de manglar representan una superficie de 1 744 Km² (174 435 ha) lo que corresponde al 5 2 % de la cobertura boscosa nacional y al 2 3 % de la superficie total del País (Instituto Geográfico Nacional Tommy 2007)

En la provincia de Los Santos el bosque de manglar cuenta con una superficie de 6236 93 hectáreas que hacen un total de 63 17 Km² correspondiendo al 1 67 % del territorio total de la Provincia Tonosí posee 30 28 Km² (ANAM 2000)

Según McKay (2000) el tipo de clima característico del valle de Tonosí es tropical con estación seca prolongada, de diciembre a abril

El área de estudio se encuentra ubicada específicamente en el Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas Distrito de Tonosí el cual tiene una extensión territorial de 2200 hectáreas de las cuales aproximadamente 1200 corresponden a la zona de manglar 832 5 de isla y 2 millas náuticas de mar (Córdoba *et al* 1998)

Isla de Cañas tiene una población total aproximada de 297 habitantes de los cuales 174 son mayores de 18 años (Mayoría de edad) distribuidos en 92 viviendas en las comunidades de Isla de Cañas Venancio El Banco y Los Trabajaderos (Punta Cana) (Contraloría General 2001) Según ley N 61 del 18 de octubre de 2003 se convierte en el corregimiento de Isla de Cañas con un área de 24 4378 Km² (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia 2007)

Isla de Cañas esta ubicada en la zona ecológica denominada Bosque Humedo Tropical segun el mapa ecológico de las zonas de vida (Tosi 1971)

En un estudio florístico de Isla de Canas Carrasquilla, (1987) reporta para la Isla la presencia de *Rhizophora mangle* (Mangle colorado) *Rhizophora harrisonii* (Mangle caballero) *Avicennia germinans* (Mangle negro) *Avicennia bicolor* (Mangle salado) *Pelliciera rizophorae* (Mangle piñuelo) *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (Mangle boton) El canal estuarino de la Isla cuenta con un extenso manglar del lado noroeste region de tierra firme representado principalmente por *Rhizophora mangle* como bosque de borde

En esta zona los manglares se ven sometidos a fuertes amenazas entre las cuales se pueden mencionar a) el establecimiento de camaroneras b) la ganaderia y c) el cultivo de arroz y cucurbitáceas (ANAM 2000)

Cabe destacar que en la actualidad todo el bosque primario en Isla de Canas así como en otras areas del Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas ha desaparecido

II REVISION BIBLIOGRAFICA

II 1 CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES Y DE PRODUCTIVIDAD DE UN BOSQUE DE MANGLAR.

II 1 1 Morfologia de la especie *Rhizophora mangle* L

Rhizophora mangle L (mangle rojo o mangle colorado) en la Bahía de Panama, presenta arboles de 12 m de alto con tronco recto y cilindrico con raices aereas en arco (raices puntales) que emergen del tronco de manera perpendicular corteza grisacea a pardo grisácea con fisuras. Hojas opuestas simples pecioladas de forma eliptica a oblonga. Las flores de color amarillo o blanco amarillento son pequeñas inflorescencias ramificadas dicotómicamente 1 2 veces rara vez 3 veces o la primera ramificacion tricotomica, o las flores solitarias generalmente dos flores. Florece durante todo el año el fruto es ovado-lanceolado después de la fecundación se desarrolla la semilla, la cual germina dentro del fruto dando origen a una estructura alargada y puntiaguda. El propágulo que puede medir hasta 32 cm se origina del crecimiento del fruto y prefiere un sustrato arcilloso limoso (Tribaldos 2008)

La altura de la especie antes mencionada puede alcanzar hasta 45 m especialmente en la desembocadura de los rios aunque normalmente tienen unos 15 m. La corteza externa es de color gris claro con manchas oscuras y la cara interna es de color rosado. La madera es rojiza y no presenta anillos de crecimiento. Las hojas se agrupan apicalmente en internudos cortos que son simples opuestas con tamaños que van de 8 a 10 cm. Aunque tambien se encuentran hojas de hasta 17 – 20 cm de longitud. Los primordios foliares estan cubiertos por un par de estípulas (envolturas de protección) las cuales se caracterizan por presentar internamente glándulas amarillentas que secretan un liquido viscoso el cual bana los primordios foliares. Las flores ocurren en unos ejes reproductivos unicos que se originan en la porcion terminal de

las ramas en la axila de un par de hojas. Cada eje sostiene un dicasio modificado con entre tres y cuatro flores. Las flores de color amarillo o blanco amarillento son pequeñas con cuatro sépalos persistentes, cuatro pétalos efímeros, ocho estambres y un ovario infero con cuatro óvulos de los cuales usualmente se desarrolla uno solamente. Las plántulas permanecen viables por largos periodos de tiempo y son capaces de establecerse después de flotar por hasta 12 meses. El establecimiento de una plántula comienza cuando se ve encallada en aguas poco profundas y las raíces primarias la anclan. Se necesita de menos de 2 semanas para que una plántula se vea firmemente anclada (Jiménez 1971).

Según Dawes (1991) el fruto de *Rhizophora mangle* L. tiene una sola semilla y es vivíparo. La radícula e hipocótilo de la plántula salen hasta más de 20 cm del fruto.

II 1.2 Características estructurales del ecosistema de manglar

El patrón de distribución de las franjas de *R. mangle* y *A. germinans* y su grosor en el perfil típico de un manglar (1 franja externa *R. mangle*, 2 franja interna *A. germinans*, 3 árboles muertos, 4 salitral) en costas áridas de Puerto Rico e Islas Virgenes está determinado por la topografía, el gradiente de salinidad y el flujo de la marea (Cintrón *et al.* 1980).

La variación de los patrones topográficos, de tipos de sedimentos e hidrop periodos (periodo estacional de inundaciones de agua dulce/agua salada) así como los patrones de salinidad determinan la distribución espacial de las especies y los tipos de estructuras del bosque de manglar (Snedaker & Getter 1985).

Según Cintrón *et al.* (1980) los manglares con aportes de agua dulce y por ende de nutrientes tienen un mayor grado de desarrollo.

El desarrollo estructural de *Rhizophora mangle* L. se ve favorecido por condiciones óptimas baja salinidad, alto contenido de materia orgánica y componentes texturales enriquecidos con limos y arcillas creando un ambiente propicio para su desarrollo (Bejerano *et al* 1993)

De acuerdo con Cintrón *et al* (1978) la zonación del manglar en costas áridas se inicia con el establecimiento de *Rhizophora mangle* L. en la franja más expuesta al ciclo mareal y las corrientes cuando los individuos de esta especie alcanzan su máximo desarrollo actúan como barrera que disminuye el flujo de marea hacia el interior e impide el lavado y dilución de sales

Snedaker (1982) y Jimenez (1994) plantean que las especies de este género son las que más predominan en la zona externa, porque presentan adaptaciones anatómicas y fisiológicas que les permiten sobrevivir en suelos suaves e inestables

II 1 3 Productividad de Hojarasca

Los árboles de mangle actúan como el componente primordial del ecosistema estuarino convirtiendo todo el conjunto en uno de los de mayor tasa de productividad primaria bruta sobre la tierra, por lo tanto constituyen la base del continuo flujo de exportación e importación de materia orgánica y nutrientes lo que ha valido para considerarlos como ecosistemas abiertos (Lugo & Snedaker 1974)

El ecosistema de manglar se considera como una de las más importantes fuentes de producción primaria ubicada en la interfase tierra firme mar abierto caracterizado por cierta diversidad taxonómica y el grado de desarrollo del rodal La biomasa se determina a partir de la hojarasca, ya que parte sustancial de la productividad de hojarasca neta se convierte en hojas flores fruto y estipulas que eventualmente caen al suelo y este flujo de materia

organica representa uno de los mas importantes aportes del manglar a las cadenas alimentarias del estuario (Cintron & Schaeffer Novelli 1983)

La produccion primaria de los bosques de manglar se relaciona con la estructura fisiografica del bosque asi como con el régimen hidrico al que esté sujeto la influencia de marea, los vientos y en general las características climáticas y edáficas (Lugo & Snedaker 1974)

Los manglares son considerados como el elemento estructural más importante y fuente de la produccion primaria, la conservacion deliberada de los mismos es el principal requisito para asegurar la productividad sostenida y la estabilidad del medio ambiente (Villalobos *et al* 1996)

El papel mas destacado de los manglares es la produccion de hojarasca y detritos los cuales son exportados durante el proceso de flujo y reflujo hacia el ambiente marino cercano a la costa Por medio de un proceso de descomposición microbiana y enriquecimiento microbianos las particulas de detritos llegan a ser un recurso nutritivo de alimentos para gran cantidad de animales marinos Adicionalmente los materiales orgánicos solubles que resultan de la descomposicion dentro del bosque tambien ingresan al ambiente cercano a la costa, donde se tornan disponibles a una variedad de consumidores filtradores del mar y del estuario asi como necrófagos bentónicos La materia orgánica exportada del habitat de manglar es aprovechada de una forma u otra, incluye la utilización por parte de los habitantes de los lechos de hierbas submarinas y de los arrecifes de coral que puedan existir en el área Mientras que el papel de los manglares en la produccion y mantenimiento de la pesca costera es un hecho aceptado (Snedaker & Getter 1985)

Villalobos *et al* (1996) sugieren que aunque los manglares pertenezcan a un mismo tipo fisiografico no quiere decir que se produzca la misma cantidad de hojarasca, lo que sugiere que la mayor o menor producción de materia orgánica puede depender de otros parametros como diámetro altura, direccion del viento o grado de precipitacion del área

En el esquema general de caída de hojarasca para los manglares descrito por Cintron & Schaeffer Novelli (1983) y Lacerda *et al* (2001) las hojas son el principal componente con porcentajes entre el 70 80% del peso seco total

La producción de hojarasca de los manglares varia de acuerdo con diversos factores tales como la amplitud y penetración de la marea, estructura del bosque niveles de salinidad en el suelo subsidios de agua dulce condiciones climáticas imperantes latitud entre otros (Cintron & Schaeffer Novelli 1983 Saenger & Snedaker 1993 Lacerda *et al* 2001)

La producción anual de hojarasca de un manglar ha sido estimada en cerca de 800 g/m² en los manglares de Florida, lo que representa un tremendo potencial alimenticio por otro lado en los manglares de Guapi en la costa pacifica de Colombia, donde el bosque es mas denso y no esta sujeto a fluctuaciones climaticas la producción neta de hojarasca se ha calculado en cerca de 1500 g/m²/ano resulta en casi el doble de la producción de los manglares de Florida La producción en el Pacifico colombiano debe ser muy similar a la de los manglares del Pacifico de Panama, ya que las especies son las mismas y los factores ambientales son similares (D Croz & Kwiecinski 1979)

En Panama se ha calculado segun estudios realizados en el area de Chame una producción de hojarasca de 970 g/m²/año en estero Baules Chiriqui 945 08 g/m²/año en

manglares del Parque Nacional Sarigua 1193 50 g/m²/año y en el estero Bayano en Santa Ana de Los Santos un total por año de 1575 75 g/m²/año (Villalobos *et al* 1996)

Entre un 20 y un 40 % de su productividad se convierte en hojarasca hojas flores ramas y estipulas que caen al medio (Cintrón & Shaeffer Novelli 1983)

II 1 4 Análisis foliares

Para la evaluación de la magnitud de la limitación salina de la composición de la vegetación de lagunas costeras es apropiada la medición de los componentes minerales de los tejidos de recambio elevados tales como raíces y hojas. Los elementos indicadores principales son K, Na, Ca, y Mg. Las comparaciones de los contenidos totales de K y Na son apropiadas para estimar los contenidos fisiológicamente activos de estos iones ya que ambos son totalmente solubles en tejidos de plantas. Este no es el caso de Ca y Mg los cuales pueden formar compuestos insolubles que se depositan en las paredes celulares y en las vacuolas (Medina *et al* 1995)

Según Jayasekera (1991) la concentración de minerales en las hojas de *Rhizophora mangle* L. en Sri Lanka indica para N= 0.4 % P= 0.15 % K=5.3 % Ca= 1.38 % Mg=0.41 % y en Mn= 298.0 mg/l Fe= 52.9 mg/l Zn= 15.6 mg/l Cu= 11.1 mg/l mientras que para Panamá se registra concentraciones de Nitrógeno Fósforo y Potasio de 1.53 0.13 y 1.13 % respectivamente (Villalobos *et al* 1996)

II 2 CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS Y GEO-QUÍMICAS DE LOS SEDIMENTOS EN UN MANGLAR.

II 2 1 Caracterización físico-química de los sedimentos de un manglar

Dado que las aguas someras y las costas de los estuarios están protegidas de las olas y las corrientes fuertes y que muchos estuarios reciben grandes cantidades de sedimentos de los

rios y las corrientes a menudo se forman extensos humedales intermareales en sus márgenes. La afluencia de agua dulce arrastra sedimentos de la cuenca hacia el estuario. Estos sedimentos construyen y estabilizan los humedales intermareales, las riberas y los bancos de arena, y también pueden alimentar las playas. Los humedales intermareales, tales como los manglares, que funcionan como áreas de cría para muchas especies de peces, pueden deteriorarse si no hay una recarga suficiente de sedimentos estabilizadores y ricos en nutrientes. A su vez, esta situación puede conducir a la reducción en las poblaciones de animales (incluidas muchas especies comerciales) que dependen del abrigo que estos humedales proporcionan durante etapas delicadas y tempranas de sus ciclos de vida (Olsen *et al* 2006).

Se consideran fuentes de sedimentos los aportes provenientes de los acantilados del Terciario que se encuentran en proceso de erosión marina a causa del oleaje incidente en épocas de marea alta, y reforzado por la disposición casi horizontal y perpendicular de los mismos respecto al oleaje, los ríos y la escorrentía (Cartaya *et al* 2005).

En suelos rocosos (sedimentarios) *Rhizophora mangle* L. es la única especie cuyas semillas tienen capacidad de germinar y desarrollar una nueva planta, pero de crecimiento limitado y ralo. No así en suelos de característica gredosa o arenosa en que su sistema radicular foliar, etc., aumenta paulatinamente y en suelos fangosos anegadizos (de textura arcillosa, franco arcillosa, franco arcillo limoso y arcillo limoso) el crecimiento y el desarrollo de la planta es total y más saludable (Horna, 1980).

Con un pH entre 7-8, bajo condiciones aeróbicas, el sedimento absorbe muchos iones como fosfatos, pero en condiciones ácidas o condiciones anaeróbicas, la situación es reversible y se liberan iones (Mortimer 1942).

La pirita le confiere un carácter ácido a los suelos inundados del manglar, acidez que es parcialmente neutralizada por la presencia de carbonato de calcio (CaCO_3) presente en los sedimentos arrastrados y depositados por los ríos. Basta, sin embargo, una alteración del nivel freático del suelo para que la pirita expuesta, entonces a la acción de la atmósfera sufra un violento proceso de oxidación y se produce ácido sulfúrico acidificándose progresivamente el sedimento que lleva a niveles de pH extremos de 1.5 destructores de toda la capa vegetal. Paralelamente a la acidificación se produce una descomposición de las arcillas de origen laterítico presente en el suelo la cual se manifiesta por la liberación de iones de aluminio que a su vez van a insolubilizar los iones de fosfatos requeridos para la nutrición de las plantas de mangle. Este proceso de acidificación referido ha sido la causa del deterioro irreversible de extensas áreas de manglares en los paisajes tropicales incluyendo los de nuestros países originado por prácticas de drenajes emprendidas con el fin de recuperar las tierras pantanosas para la agricultura (Pannier & Pannier 1977).

Según Hernández Alcantara & Solís Weiss (1995) los contenidos de materia orgánica en los sedimentos están directamente relacionados con los aportes de nutrientes provenientes de los ríos y la defoliación natural de los manglares.

Las variaciones en el contenido de materia orgánica en los suelos de los manglares están determinadas en gran parte por factores tales como la producción de matillos que dependen a su vez de la densidad del rodal y de la contribución de limos de ríos y afluentes que forman los canales del manglar (Castaing *et al* 1980).

II 2.2 Granulometría

La naturaleza, granulometría y características físicoquímicas de los sedimentos de la plataforma continental son típicas para cada área del fondo oceánico. El origen de los

sedimentos puede ser continental (terrigeno o antropogénico) o marino (antropogénico organogeno o biogénico hidrogénico o cosmogénico (Bonilla *et al* 2003)

Todos los suelos están compuestos por partículas de diferentes tamaños pero generalmente éstas se dividen en tres diferentes grupos cascajo (mayor de 2 mm) arena (0.062 - 2 mm) y lodos (cieno y arcilla) Los lodos se dividen en cieno grueso (62-156 µm) cieno fino (15.6 - 39 µm) y arcilla (menos de 3.9 µm) de acuerdo al esquema gradual para suelos en la Escala de Grados Wentworth (Leeder 1981)

II.3 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA ESTUARINA EN UN MANGLAR.

II.3.1 Factores fisicoquímicos en aguas estuarinas.

La medida de las variaciones de pH nos da una noción de la sensibilidad y condiciones ambientales de los lagos (Seip H M 1986)

En ambientes tropicales la variación diurna y estacional de la temperatura es pequeña comparado con áreas costeras templadas (Pugibet *et al* 2006)

La evaluación del oxígeno disuelto en todo sistema de agua natural es de importancia fundamental para conocer la distribución de los organismos para los estudios de descomposición de materia orgánica y de la productividad de los océanos (Casanova & Betancourt 1997)

La solubilidad del oxígeno está inversamente relacionada con la temperatura y la salinidad. Las concentraciones de oxígeno disuelto en los ambientes costeros tropicales pueden exhibir importantes variaciones espaciales y temporales reflejando cambios en la salinidad, la temperatura, la profundidad, la turbulencia, la hora del día y época del año y la actividad biológica. Es importante recordar que los organismos tropicales deben también estar

mejor adaptados a niveles inferiores de oxígeno disuelto como una consecuencia de la disminución de la solubilidad de oxígeno en las aguas más calidas (Pugibet *et al* 2006)

Segun Snedaker & Getter (1985) los manglares que se desarrollan en un ambiente salino tienen las mismas necesidades que otras plantas de agua dulce nutrientes y oxígeno

La salinidad segun Dawes (1991) parece ser un factor importante para eliminar la competencia con las plantas terrestres aunque los mangles pueden crecer en habitat de agua dulce crecen lentamente y no compiten bien con las plantas típicas de un ambiente de agua dulce

La salinidad que se presenta en gradientes dentro de las zonas entre mareas exige un costo metabolico por parte de los manglares pero tambien sirve para eliminar la competencia presentada por las especies de plantas no halofitas (Snedaker & Getter (1995)

II 3 2 Nutrientes en aguas estuarinas

Las fuentes de nutrientes en los ecosistemas costeros tropicales son suministradas mediante eventos dinamicos en el borde de la plataforma como resultado de la interacción de las mareas y la topografía local precipitaciones y procesos atmosféricos descargas de rios y aporte terrestre (drenaje colonias de aves aguas subterráneas) sobre todo de islas y continentales afloramientos costeros generados por los vientos grandes olas de origen distante y la interaccion entre las corrientes y la topografía local (Pugibet *et al* 2006)

Los nutrientes son esenciales para la productividad primaria en el mar cuya presencia esta fuertemente ligada a los niveles de dichas sustancias e influyendo en la fertilidad del medio marino el nitrógeno y el fósforo son esenciales para el crecimiento de las algas junto

con otros elementos traza son denominados como nutrientes y la proporción del crecimiento de las algas está ampliamente controlada por su presencia en las aguas superficiales. El nitrógeno se encuentra combinado en el agua de mar como nitratos, nitritos, iones amonio y compuestos orgánicos del orden de trazas. La mayor parte del nitrógeno en el mar se halla en forma de iones nitrato. El fósforo se encuentra en el agua en una diversidad de formas disueltas y particuladas. En el mar, los iones fosfato junto con los nitritos son factor limitante en el crecimiento del plancton en los océanos (Casanova & Betancourt 1997).

El fitoplancton marino requiere ciertos elementos disueltos para su óptimo desarrollo entre los que destacan el nitrógeno, el fósforo y el silicio, los cuales se presentan en varias especies que a su vez están influenciadas por fenómenos climáticos e hidrodinámicos (Riley & Chester 1980).

II 3.3 Clorofila a (Productividad primaria)

La concentración de pigmentos del fitoplancton en la columna de agua ha sido utilizada para mediciones indirectas de la biomasa de algas y como un indicador del estado trófico de un cuerpo de agua. Las algas han sido usadas tradicionalmente como indicadores de la calidad del agua, ya que algunas desarrollan florecimientos nocivos y/o ocurren bajo ciertas condiciones de nutrientes. También son útiles como indicadores porque responden rápidamente a cambios en la calidad del agua debido a su corto ciclo de vida. La concentración de la clorofila, que comúnmente constituye 1-2 % del peso seco del fitoplancton en una muestra, puede usarse como una medida indirecta de la biomasa de algas (Pugibet *et al* 2006).

II 3 4 Contaminación microbiológica

Los coliformes fecales son parte del grupo de coliformes asociados a la flora intestinal de los animales de sangre caliente y por eso son usados como indicadores de la presencia de organismos patógenos mientras que los coliformes totales son el conjunto de todos los coliformes. Los coliformes fecales forman parte de los mismos y además existen especies de coliformes presentes de forma natural en el ambiente. Su presencia es un indicador de potencial contaminación. La relación entre los coliformes fecales y totales sirve para determinar si la contaminación del agua es humana o animal (Frith & Ubiera 2001).

Las fuentes principales de esta contaminación son las descargas de aguas negras residuales no tratadas de los asentamientos humanos sobre diferentes cuerpos de agua, principalmente ríos y zonas costeras. El lanzamiento de residuos de redes de aguas negras al océano implica necesariamente acompañamiento de condiciones microbiológicas en el medio marino (Pinheiro *et al* 2000).

La bacteria *Escherichia coli* constituye aproximadamente un 10% de los microorganismos intestinales del hombre y de animales de sangre caliente y debido a esto se ha utilizado como indicador biológico de contaminación fecal. De manera general, cuando esta bacteria entérica no se detecta en un volumen de 100 ml de agua, se puede considerar como un agua potable, es decir, apta para el consumo humano (Estandares Ambientales Aplicables 2000).

II 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS (Mn, Fe, Zn y Cu) EN SEDIMENTO AGUA Y TEJIDO FOLIAR DE *Rhizophora mangle* L

Se considera metal pesado a aquel elemento que tiene una densidad igual o superior a 5 gr cm³ cuando está en forma elemental o cuyo número atómico es superior a 20 (excluyendo

a los metales alcalinos y alcalino terreos) Su presencia en la corteza terrestre es inferior al 0.1% y casi siempre menor del 0.01%. Junto a estos metales pesados hay otros elementos químicos que aunque son metales ligeros o no metales se suelen englobar con ellos por presentar orígenes y comportamientos asociados es este el caso del As, B, Ba y Se (Pugibet *et al* 2006)

Los ríos son el principal vehículo de transporte de constituyentes químicos hacia el medio marino especialmente de metales pesados. Los aportes de metales pesados pueden provenir de los procesos geoquímicos (meteorización, diagénesis, desorción, intercambio iónico entre otros) y antropogénicos (Martínez & Senior 2001).

El aporte de sedimentos continentales es la ruta principal de entrada de agentes químicos a los sistemas de estuarios y a las zonas costeras (García & Ramírez 2004).

La actividad humana se considera como la principal fuente antropica que introduce metales al ecosistema marino como son los desechos municipales e industriales que llegan al mar por escorrentías limnias, pluviométricas o vía atmosférica (Bonilla *et al* 2003).

El hierro al igual que el manganeso y el cinc se puede considerar como micro elemento metálico esencial ya que es requerimiento de varias metaloproteínas particularmente las metaloenzimas. El Fe es de menor concentración en el agua de mar pero puede ser el de mayor concentración en el material suspendido y en los sedimentos marinos (Sadiq 1992).

La contaminación por metales pesados como el cobre puede afectar la fotosíntesis y desarrollo de las algas así como las primeras etapas de desarrollo de los animales marinos (huevos, larvas, etc.) pudiendo causar la muerte de los mismos (UNESCO 1976).

Como consecuencia de la industrialización y la demanda de nuevas tecnologías el hierro (Fe), cobre (Cu) y el Zinc (Zn) han sido utilizados ampliamente en todo tipo de

industrias por lo cual se han convertido en un grave problema de contaminación para los océanos del mundo (Durán & Gómez, 2001)

Los efectos negativos que los metales ejercen sobre la biota acuática pueden llegar a ser críticos e indirectamente incidir sobre la población humana debido a su toxicidad y acumulación. Los metales se caracterizan por ser altamente persistentes y su peligrosidad radica en que pueden ser tóxicos en pequeñas concentraciones pudiendo causar graves daños a nivel celular. Dada su capacidad para desnaturalizar proteínas pueden ser asimilados por el fitoplancton y organismos filtradores que los incorporan a la cadena alimentaria dando paso a los procesos de bioacumulación y biomagnificación que agravan su condición de toxicidad (Sadiq 1992)

La importancia de estudiar las concentraciones de los metales pesados en el ambiente costero y estuarino se debe a que éstos son muy movilizados por el hombre (fuentes antropogénicas) y son potencialmente tóxicos para los organismos acuáticos. Los organismos expuestos a estos contaminantes pueden acumular los metales en sus tejidos a concentraciones más altas que las que normalmente se encuentran en el ambiente (proceso conocido como bioacumulación) y algunos de estos organismos son consumidos por el hombre dado su valor comercial. La presencia de valores bajos de Cu puede ser explicada al tener en cuenta que este metal es de rápida absorción y también porque la concentración de iones libres varía inversamente con el pH (Campos & Gallo 1997)

Los cambios de pH son importantes en la movilidad de los metales pesados ya que muchos sitios de adsorción en sedimentos son dependientes del pH como los óxido-

hidróxidos de Fe y Mn la materia orgánica, carbonatos y la superficie de los minerales de la arcilla (Parra & Espinosa 2007)

El aumento en salinidad puede incrementar la movilización de metales pesados por dos mecanismos. Primeramente los cationes asociados con las sales (Na, K) pueden reemplazar a metales pesados en lugares de adsorción. En segundo lugar los aniones cloruro pueden formar complejos solubles estables con metales pesados tales como Cd, Zn y Hg. Tienden a dar suelos de pH básicos (Pugibet *et al* 2006)

Si la concentración de Zinc excediera la de 110 0 µg/g se podría inferir la probable degradación de la zona, Bonilla *et al* (1995). El cobre es un elemento esencial que es eficientemente regulado a bajas concentraciones pero es rápidamente tóxico para organismos acuáticos cuando aumenta la concentración en el ambiente (Olavarria 2007)

II 5 CARACTERÍSTICAS DE LA FITOPATOLOGIA EN UN MANGLAR DE *Rhizophora mangle* L

II 5 1 Herviboria

La herbivoria es parte del ciclo de vida de las plantas y los manglares no se encuentran exentos de ella (Orihuela *et al* 2004)

Las hojas de los mangles se encuentran parcialmente consumidas por herbívoros dependiendo de diferentes factores físicos o procesos biológicos (Romero *et al* 2006)

La cuantificación de la producción de hojarasca y la estimación de la pérdida de tejido foliar son estimadores para calcular el porcentaje de la producción de hojarasca que se desvía dentro del sistema, tomando como base el consumo realizado por los herbívoros (Orihuela *et al* 2004)

Algunos consumidores de propagulos y hojas en el manglar son insectos mamíferos peces reptiles crustaceos y gasterópodos siendo los dos ultimos los mas comunes (Ramirez 2005)

El 94.1 % del área foliar utilizada por los herbivoros es removida por organismos masticadores. Los raspados en la epidermis de las hojas son ocasionados por insectos del orden Thysanoptera (Familia Phlaeothripidae) moluscos gasteropodos de la familia Littorinidae y el cangrejo *Aratus pisonii* (Familia Grapsidae). Los huecos pueden ser ocasionados por larvas de coleopteros (Curculionidae) lepidópteros (Pyralidae) grillos (Tettigonidae Gryllidae) y los cangrejos *A. pisonii* y *Goniopsis pulchra*. Las manchas de tejido foliar son realizadas por insectos succionadores del orden Hemiptera (Aphididae) por la descomposicion (Romero *et al* 2006)

La actividad de crustáceos de las familias Grapsidae y Ocypodidae resulta en un reciclaje alto de materia organica que contribuye a la productividad del manglar y representa una fuente de nutrientes para ecosistemas de hierbas marinas y arrecifes coralinos. Las orugas y caracoles también son herbivoros importantes en el manglar (Ramirez 2005)

La inundacion y la herbivoria pueden actuar como filtros selectivos y afectar el tamaño de la poblacion de plantulas de las especies del manglar (Reyes-de la Cruz *et al* 2002)

II 5.2 EFECTOS DE LOS HONGOS SOBRE *Rhizophora mangle* L

Se conoce muy poco sobre la fitopatologia de los mangles. Aspecto importante si se piensa en futuras actividades de manejo y practicas silviculturales.

Un hongo fitopatogeno es aquel que causa lesiones y sintomatologia en los tejidos vegetales (Ulloa & Hanlin 2000)

Nieves Rivera (2005) señala que *Cytospora rhizophorae* es un hongo ascomiceto que se desarrolla sobre raíces y troncos de *Rhizophora mangle* L segun investigaciones realizadas en el suroeste de Puerto Rico en el refugio de vida silvestre Boqueron Piepenbring (2006) lo registró por primera vez en Panama, creciendo sobre raíces de *Rhizophora mangle* L

También Nieves Rivera (2005) reporta la presencia de basidiomicetes (orejas) sobre la corteza o madera de *Rhizophora mangle* L como descomponedores Senala además la presencia de hongos mitosporicos como *Cercospora* en la hojas de *Rhizophora mangle* L y de varias especies del género *Phoma*

Calzada, (1999) señala los generos *Phoma Cercospora* y *Cylindrocapon* como responsables de enfermedades foliares en mangle rojo (*Rhizophora mangle* L) en la Parguera Puerto Rico

La infeccion que provoca las deformaciones de los árboles de mangle colorado se deben al hongo *Cylindrocarpon didymum* (Jimenez 1971)

Sin lugar a dudas es la enfermedad mas llamativa del mangle rojo que pueden sufrir algunas zonas del tronco y ramas por la formacion de nódulos prominentes hasta de 80 cm de diametro razón por la cual se les llama mangle macho (Nieves Rivera 2005)

Treinta especies de hongos lignícolas se han reportado en manglares de Malasia, los mas representativos son *Halosarpheia marina* *Lulworthia* sp *Lignicola laevis* *Halosarpheia retorquens* *Eutypa* sp *Kallichroma tethys* *Marinosphaera mangrovei* *Phoma* sp y *Julelia avicenniae* (Kathuresan & Bingham 2001)

II 6 CARACTERISTICAS DEL PAPEL SOCIOECONÓMICO QUE JUEGAN LOS RECURSOS DEL MANGLAR EN BENEFICIO DE LOS USUARIOS

Los ecosistemas costeros incluyendo los manglares son especialmente vulnerables debido a las presiones económicas y sociales además de su localización sobre el borde costero alrededor del mundo los manglares tienen un valor ambiental y ecológico así como también proveen significativos beneficios socio-económicos a las economías de las comunidades tanto a nivel nacional como local (Yáñez Arancibia *et al* 1998)

El aprovechamiento de los recursos del bosque de manglar es otra de las actividades que afectan a este ecosistema. La explotación de recursos forestales como madera para construcción leña y carbón como combustible corteza para curtido de pieles extracción de miel captura de cangrejos moluscos y pesca artesanal se combinan para mantener una actividad económica marginal (Reyes 1995)

Los manglares se han degradado y manifiestan una evidente pérdida de su calidad ambiental. Esto se debe a diversas razones:

- 1 Cambios en la organización social de las comunidades humanas costeras rotando la actividad económica entre pescador campesino y artesano
- 2 Incremento en el consumo de energía *per capita* para desarrollar la economía costera
- 3 Manejo fragmentado en el sector oficial o ausencia total de un plan de manejo ante la presión urbana, industrial turística, agrícola y acuacultural
- 4 Depreciación del valor ecológico y uso irracional no sostenible
- 5 Poco impacto de los resultados científicos y baja disponibilidad de los mismos en términos prácticos para los usuarios del sector oficial
- 6 Carencia de términos de referencia de vocación y aptitudes de la región y de evaluación ecológica y de recursos para desarrollos productivos y
- 7 Reconversión de áreas de manglar para agricultura y acuacultura que colapsa en pocos años (Yáñez Arancibia *et al* 1998)

Segun Osorio (1994) el manglar debe ser usado sin alterar su estabilidad mas allá de lo que realmente soporta la potencialidad del bosque

La utilizacion de los recursos del manglar es un fenómeno relativamente reciente en Centroamérica. La mayoría de las personas de edad media y avanzada que hoy dependen del manglar provienen de otros sitios y se dedican a actividades agricolas de otra indole (Jiménez 1994)

Segun D Croz & Kwiecinski (1979) hoy dia, los cientificos aceptan que existe una correlacion estadistica verdadera y directa entre la cantidad de costas bordeadas por mangles y la produccion pesquera. La disminucion de este borde de manglares irremediamente se transformara en perdidas en la produccion pesquera de la region

El deterioro y destruccion de los manglares va en crecimiento vertiginoso debido a la intensa actividad humana que se desarrolla alrededor del recurso lo que produce verdadera preocupacion a toda la sociedad (INRENARE 1994)

Los manglares a nivel nacional estan sometidos al desarrollo de areas para las actividades agricolas ganaderas camaroneras también muchas áreas de cobertura de manglares se han alterado por la construcción y ampliación de estanques para el cultivo de camarones y tambien por la deforestación, etc estas actividades de una forma directa e indirecta afectan las cuencas hidrograficas (INRENARE 1996)

El recurso manglar en Panamá, ha brindado beneficios socioeconomicos a la poblacion desde tiempos coloniales como madera para la construccion y fuente de provision de alimentos que complementan la dieta basica de subsistencia. Los bosques de manglar en Panamá comprenden el ecosistema mas rico de todos los humedales con que contamos

actualmente el cual brinda beneficio de innumerable valor economico y social para las comunidades que obtienen diversos productos forestales y de la fauna silvestre que complementan la dieta básica (Castillo 1996)

Dominguez & Vásquez (2003) señalan que la extraccion de los productos forestales en el area de Azuero corresponde a piezas como anfaldas soleras horquetas cadena, barrotes y barrotillos y que son de uso en las viviendas de las personas de escasos recursos económicos para su subsistencia y no para la venta

Del género *Rhizophora* se utiliza su madera para la obtencion de leña, tanino carbón construcciones postes de cerca, muelles astillas para cerca, varas tutores anfaldas soleras horquetas cadenas puntales y muletillas (Castillo 1996)

II 7 DEMARCACIÓN DE PARCELAS

Segun Melo & Vargas (2003) las dimensiones de las parcelas cuadradas pueden variar considerablemente dependen del tipo de estudio y los objetivos propuestos sin embargo las unidades de muestreo cuadradas comunmente citadas en la literatura corresponden a 100 m^2 (10 m x10 m) 400 m^2 (20 m x20 m) 625 m^2 825 x 25 m) y 2500 m^2 (50m x50 m)

El numero de parcelas depende de aspectos tales como la disponibilidad de tiempo y recursos Igualmente al planteamiento de los objetivos los cuales deben estar relacionados con los parametros de interés la definicion del tipo de datos o variables que se van a recolectar al igual que la definición de los análisis a realizar y el tipo de producto esperado (Melo & Vargas 2003)

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los arboles individuales y de las especies en la superficie del bosque (Melo & Vargas 2003)

III OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar el bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas Provincia de Los Santos Republica de Panama

Objetivos específicos

- i Determinar la estructura y productividad del bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas
- ii Evaluar las características Sedimentológicas y Geo-químicas de los sedimentos en el Bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas
- iii Determinar las características físico-químicas y microbiológicas del agua en el canal estuarino en Isla de Cañas
- iv Describir las patologías que afectan el bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas
- v Determinar el uso de los recursos del manglar en Isla de Cañas y su aporte socioeconómico

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

IV.1. Descripción general del área de estudio.

El estudio se realizó en el ecosistema de manglar en Isla de Cañas (Fig. 1), entre las coordenadas geográficas ($7^{\circ} 22' 45''$ y $7^{\circ} 25' 45''$ N, $80^{\circ} 15' 30''$ y $80^{\circ} 21' 32''$ O) (Universidad de Panamá 2001), Isla de Cañas forma parte del Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas, área ubicada en el extremo sur de la Península de Azuero, en la Provincia de Los Santos, distrito de Tonosí, corregimiento Isla de Cañas, dista de la ciudad de Las Tablas unos 40 Kilómetros, tiene una altura de 1 a 3 msnm aproximadamente.

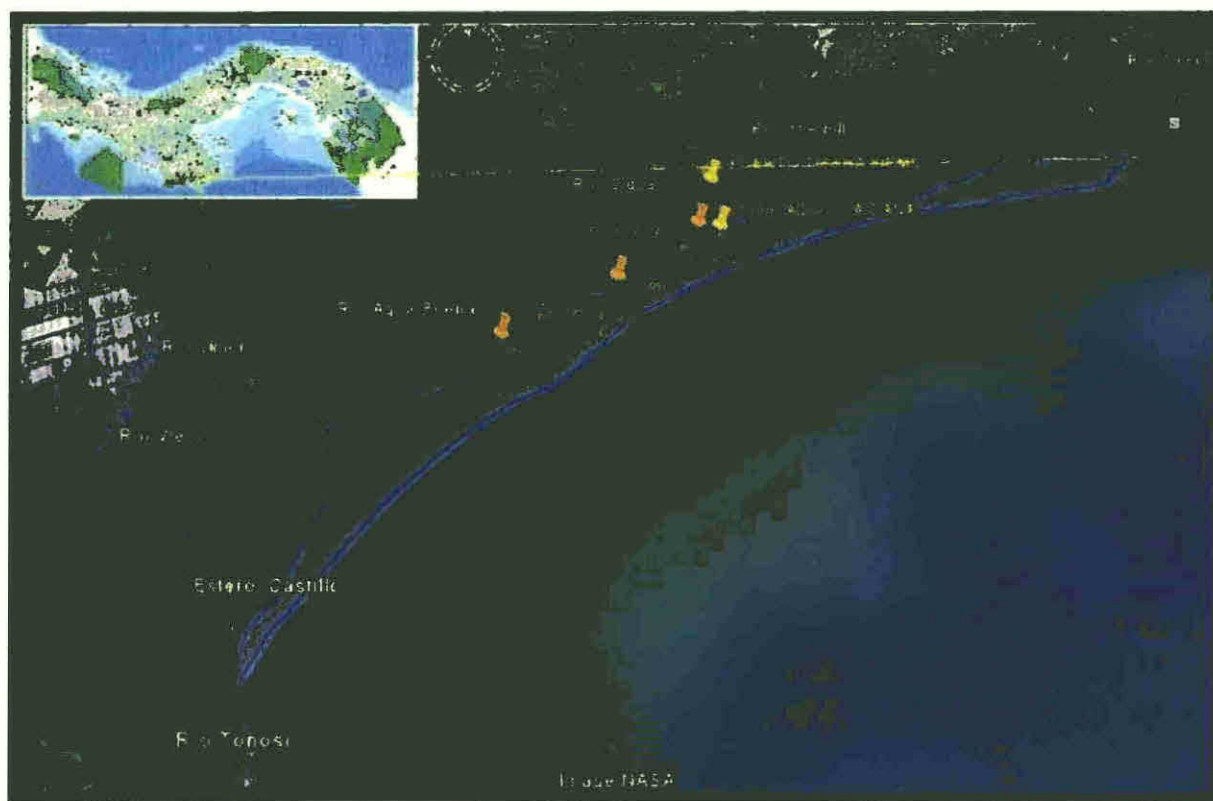


Fig. 1. Localización geográfica de Isla de Cañas y ubicación de las parcelas de estudio (P1, P2, P3).

En Isla de Cañas no se presentan ríos ni quebradas, está rodeada por la desembocadura de los ríos Tonosí, uniéndose a él los ríos Limón y Viejo; río Cañas, el

Cigua y el Infiernillo. Estas aguas la separan de tierra firme y forman un gran estero o canal que en su parte más ancha mide 500 m y en la más angosta 100 m (Ramos & Medina 2002)

IV.2 ASPECTOS BIOECOLÓGICOS/METEOROLÓGICOS

Los valores de precipitación, brillo solar, dirección y velocidad de los vientos fueron brindados por el Servicio de Hidrometeorología de ETESA 2007 (Estación de Tonosí y Los Santos)

IV.3 DEMARCACIÓN DE LAS PARCELAS

Se seleccionaron 3 sitios de muestreo al azar. Luego se realizó un recorrido por el canal estuarino y con un GPS se ubicaron los puntos determinados en cartografía, se verificaron las condiciones en cuanto a acceso tanto en marea alta como en marea baja y por tierra durante todo el año.

Según la metodología sugerida por Melo & Vargas (2003) en enero de 2007 se delimitaron las tres parcelas de muestreo y se ubicaron en el borde del manglar con el canal estuarino y perpendiculares a la orilla. (Fig. A1) cuyas dimensiones de área son 10m x 100 m (0.1 ha) demarcadas con una cuerda de hilo de algodón.

La unidad de estudio muestral se delimitó en parcelas rectangulares ya que facilita el cálculo de superficie además de que al no haber subjetividad en los límites se puede mantener precisión en los cálculos.

Debido al carácter permanente de las parcelas se colocó material de identificación con alta resistencia a las condiciones ambientales del área, de manera que las mismas fueran fácilmente localizadas.

La parcela uno (P1) (Fig A2) se ubico a 0.58 Km del poblado de Isla de Cañas Centro entre las coordenadas 7 24 53.4 N y 80 19 03.6 W en este sector el canal presenta un ancho de 117.0 m el area esta aproximadamente a unos dos kilometros de la desembocadura del rio Cigua

La parcela dos (P2) (Fig A3) se encuentra a 2.43 km del poblado entre las coordenadas 7 24 24.6N y 80 19 40.6 W y el ancho del canal en el area es de 37.1 m

La parcela tres (P3) (Fig A4) se ubica a 4.96 km entre las coordenadas geograficas 7 23 51.29 N y 80 20 32.16 W adyacente a una seccion del canal estuarino con un ancho aproximado de 15.0 m

La parcela P1 recibe agua de la marea que entra al canal estuarino por el extremo este de la Isla, la parcela P3 la recibe proveniente del extremo oeste mientras que la parcela P2 recibe agua de ambos extremos del canal estuarino

IV.4 CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y DE PRODUCTIVIDAD DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CAÑAS

IV.4.1 Medición de arbustos y arboles

IV.4.1.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Una vez establecidas las parcelas se procedio a realizar el trabajo de marcacion y medicion de los arbustos y los arboles \geq a 2.5 y 10.0 cm de DAP respectivamente. Se identificaron los árboles con un numero colocado con pintura fluorescente por encima del punto de medicion del DAP. La medicion de los árboles dentro de la parcela se hizo con cinta diametrica y cinta metrica comun.

La medicion de los arboles en las parcelas se realizó a la altura del pecho (1.30 m) por encima del nivel del sedimento. Los arboles bifurcados a una altura inferior a los 1.30 m se

evaluaron como arboles individuales y se les aplicó la misma metodología (INRENARE 1997) en cuanto a los árboles con raíces aéreas mayores de un metro se tomó la medida a 0.30 m sobre la última raíz aérea. Los árboles con anomalías (nudos abultamientos deformaciones) las mediciones se realizaron fuera de la parte deformada, dos mediciones a igual altura de 1.30 m y se tomó el promedio. Se creó un registro de datos para los árboles medidos en las parcelas P1, P2 y P3.

Los datos obtenidos de DAP permitieron determinar densidad, área basal, número de especie, índice de complejidad de Holdridge (1978).

El índice de complejidad de Holdridge se calculó con la fórmula

$$I C = \frac{d \cdot a \cdot b \cdot h \cdot s}{1000}$$

IV 4.1.2 Medición de la altura Total (HT)

Para medir los arbustos y árboles ya identificados con su número se utilizó un Clinómetro o Clinómetro ABNEY basado en el principio de trigonometría, específicamente de la medición de ángulos donde se consideró el ángulo a al ápice, el ángulo b a la base del árbol y una distancia base desde el observador (INRENARE 1997).

También se utilizó una vara graduada de 5 metros de largo. Para cada arbusto y árbol se tomó la altura total o distancia vertical (HT) desde el sedimento hasta la parte más alta de la copa del árbol, medida obtenida en metro (m).

IV 4.2 Características de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas

IV 4 2 1 Identificación Taxonómica de la especie

La identificación taxonómica se realizó mediante el uso de la clave dicotómica para las cuatro especies dominantes y presentes al norte del Caribe modificada de Humm 1973 en Dawes (1991) y la clave de géneros /dicotiledóneos estrictos de manglares (mayores y menores) de la región del Indopacífico (Viejo mundo) según Tomlinson (1986) se identificó taxonómicamente hasta género los especímenes localizados en las tres parcelas. Para la identificación taxonómica hasta especie se utilizó la descripción para las especies del género *Rhizophora* (Cintron & Schaeffer Novelli 1983).

IV 4 2.2 Morfología de hojas y frutos

Se realizaron mediciones de 250 hojas por parcela, se consideró el largo ancho y peso de la hoja, además se midió el largo del peciolo (Fig A5) y se midió largo y peso de los propagulos (Fig A6).

IV 4.3 Productividad de Hojarasca

Se instalaron 14 canastas colectoras de hojarasca por parcela, de 8 cm de alto 50 cm de largo por 50 de ancho con un área de (0.25 m²) confeccionadas con tablas de madera y fondo con malla sintética de 1 mm² de apertura. Las trampas se colocaron a una altura de 1.60 m sobre la superficie del agua en marea alta de sicigia sostenidas y atadas por cuerdas al tronco de árboles de *Rhizophora mangle* L. (Fig A7).

Las trampas se colocaron en enero de 2007 en las tres parcelas mensualmente la hojarasca de cada canasta fue colectada por separado en bolsas plásticas rotuladas para ser transportadas al Laboratorio de Biología del Centro Regional Universitario de Los Santos (CRULS). En el laboratorio se secaron a 70 °C hasta temperatura constante aproximadamente

72 horas (Fig A8) El material recolectado fue secado y seleccionado por componentes hojas estipulas ramas y cortezas flores y frutos (Fig A9)

La productividad se estimo con base en la caida de hojarasca en los meses de muestreo con esta información se realizaron los siguientes calculos a) media mensual del total de caida de hojarasca y de cada uno de sus componentes (g/m^2) y b) produccion diaria de caida de hojarasca y tasa promedio anuales Con el propósito de determinar el comportamiento temporal (estación seca y estacion lluviosa) de la caida de hojarasca y sus componentes se graficaron las tasas promedio para explorar posibles relaciones de causalidad para las tendencias temporales en la caida de hojarasca, se correlacionaron de manera simple las tasas mensuales junto con algunas variables abióticas acumulados mensuales de precipitacion velocidad del viento brillo solar (medidos en las estaciones meteorológicas de Tonosí y Los Santos (ETESA 2007)

Con los datos obtenidos se determino la productividad primaria del manglar en la Isla y se comparó con otros manglares de Panama y de America.

Los datos de productividad estacional no se pudieron normalizar por lo que se analizaron con la prueba no parametrica de Kruskall Wallis

IV 4 4 Análisis foliar

Las hojas colectadas de la especie se guardaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas con el numero de la parcela y fecha de colecta En total por cada parcela, se obtuvo un acumulado de 250 hojas maduras

Las muestras una vez en el laboratorio se secaron en un horno a 60 C hasta obtener peso constante luego de lo cual fueron trituradas en un molino de muestras foliares El

análisis químico foliar se realizó en el laboratorio de tejido foliar del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP)

Los resultados permiten determinar los elementos químicos presentes en el tejido foliar y conocer las concentraciones de nitrógeno fósforo potasio calcio magnesio manganeso hierro zinc y cobre

IV 5 CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y GEO QUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS EN EL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CANAS

IV 5 1 Sección Horizontal.

Para la obtención de una muestra representativa del sedimento en las parcelas se tomaron submuestras de 14 puntos de las mismas las cuales luego fueron mezcladas según Rodríguez & Aguilar (1988) Cada submuestra se obtuvo de los primeros 5 cm (superficial) con una palita metálica Cada muestra contenía un aproximado de 5 lbs de sedimento las cuales se utilizaron para determinar color la textura, pH nitrógeno fósforo potasio calcio magnesio aluminio manganeso hierro zinc cobre materia orgánica

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de suelos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) con excepción del nitrógeno que se realizó en el Laboratorio de Química del Centro Regional Universitario de Los Santos de la Universidad de Panamá

IV 5 2 Sección vertical.

Los muestreos se realizaron durante los meses de marzo y septiembre se utilizó un nucleador de PVC de 4 pulgadas para la obtención de las muestras Las mismas se analizaron a 5 cm 10 cm 20 cm y 50 cm de profundidad

IV 5.3 Materia orgánica.

La determinación de la materia orgánica se realizó por el método de Walkley Black (1934) que consiste en la determinación del carbono total del sedimento (después de eliminar los carbonatos) por medio de la combustión seca mediante oxidación con ácido crómico seguida de la medida del dióxido de carbono desprendido

IV 5.4 Granulometría.

Las muestras de sedimentos se tomaron al demarcar el área en las parcelas con una cuadrata. Para la colecta de las muestras de sedimento se utilizó una palita metálica en la sección superficial y para los 10, 20 y 50 cm un nucleador de PVC de 4 de diámetro (Kwiecinski *et al* 1994 y Suguo 1973)

Las muestras fueron secadas en un horno a temperatura de 80 °C por 24 horas en el Laboratorio de Biología del Centro Regional Universitario de Los Santos (CRULS)

Una vez secados los sedimentos se trasladaron al laboratorio de suelos del MOP Veraguas donde se realizó el tamizado en seco a través de los tamices 4, 10, 16, 30, 50, 100, 200 y fondo lo que corresponde a arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina, arena muy fina y limo + arcilla con la ayuda de un Rotap Modelo Rx 29 Serie 15848. La clasificación de la textura promedio del sedimento se realizó mediante el triángulo de Shepard (1961). El análisis e interpretación de los resultados granulométricos se realizó a través de la estadística gráfica granulométrica de acuerdo con las ecuaciones de (Folk & Ward 1957)

IV 6 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL CANAL ESTUARINO EN ISLA DE CAÑAS

IV 6 1 Medición de parámetros físicoquímicos

Se considero mensualmente desde el mes de enero 2007 la medición en la superficie de oxígeno disuelto con un oxigenómetro Crison oxi 45 la temperatura con un termómetro Chectemp 1 la salinidad se determinó con un refractómetro digital y el pH se midió con un Peachimetro digital modelo HI 8014

Para determinar las concentraciones de los elementos químicos disueltos en el agua del canal estuarino en Isla de Cañas se tomo una muestra mensual en puntos localizados frente a P1 P2 y P3 respectivamente Los muestreos fueron realizados durante los meses de febrero marzo abril que corresponde a la estación seca y en julio agosto septiembre y octubre a la estación lluviosa de 2007 los mismos se realizaron en periodos de marea de sicigia luna llena en el estado de reflujo de marea

Para las colectas de agua se utilizo la metodología de Simmonds *et al* (2002) se obtuvo muestras en botellas no metálicas de aproximadamente 2.5 litros sumergidas en la columna de agua de 0 a 30 cm de profundidad y para su mejor conservación fueron trasladadas en una nevera con hielo

Las muestras fueron tratadas en el laboratorio de aguas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias Divisa. Se determinaron las concentraciones de potasio (K) fósforo (P) calcio (Ca) magnesio (Mg) sodio (Na) cloro (Cl) manganeso (Mn) hierro (Fe) zinc (Zn) cobre (Cu) además se considero la alcalinidad total

El nitrógeno (N) se determinó en el Laboratorio de Química del Centro Regional Universitario de Los Santos (CRULS)

Para el análisis de las aguas se utilizó la metodología propuesta por (Strickland & Parsons 1972)

IV 6 2 Nutrientes y Clorofila *a*.

Las muestras para la medición de los nutrientes nitratos (NO_2) fosfatos (PO_4) silicatos (SiO_2) y la clorofila *a* en el agua superficial del canal estuarino se colectaron en botellas plásticas en puntos CP1 CP2 y CP3 e inmediatamente se almacenaron en una nevera con hielo hasta su análisis en el laboratorio de aguas en el Instituto Smithsonian bajo la metodología de (Strickland & Parsons 1972)

IV 6.3 Estudio Microbiológico

Muestras de agua superficial de (ca 20cm) fueron tomadas en puntos frente a P1 P2 y P3 El periodo de estudio considero un muestreo para la estación seca y otro en la estación lluviosa Las muestras fueron obtenidas en envases esterilizados para pruebas de laboratorio clínico de 200 ml y trasladadas en una nevera con hielo cerca a 4 °C y procesadas en un lapso no mayor a las 5 horas Sammaruga (1989) con membrana filtrante y volumetría basado en el American Public Health Association (1983) El sembrado y crecimiento se realizó en el laboratorio de calidad de agua en el Hospital Regional Anita Moreno Los Santos

IV 7 CARACTERIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS (Mn Fe, Zn y Cu) EN SEDIMENTO, AGUA ESTUARINA Y TEJIDO FOLIAR DE *Rhizophora mangle* L

El muestreo sistemático sobre el terreno incluyó la colecta de muestras de sedimentos y hojas de *Rhizophora mangle* L de las parcelas P1 P2 y P3 además de agua del canal estuarino frente a las parcelas para estos puntos se obtuvieron datos de la concentración de los metales pesados

El muestreo se llevo a cabo durante la estacion seca y la estacion lluviosa. Las muestras en sedimento fueron tomadas a partir de la superficie hasta un maximo de profundidad de 50 cm con un nucleador de PVC de 4. La muestra obtenida fue de un peso aproximado a una libra. Este material se cubrió con papel aluminio y se guardó en bolsas plásticas debidamente rotuladas y una vez etiquetado se colocó en una nevera con hielo con el propósito de evitar la luz solar y el calor. Luego las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Biología del Centro Regional Universitario de Los Santos (CRULS) para su debido procesamiento.

Para el análisis de metales pesados en agua del canal estuarino se tomaron 3 muestras de agua superficiales de 0 a 50 cm en los puntos CP1, CP2 y CP3 frente a cada parcela establecida y finalmente fueron transportadas al Laboratorio de Química del Centro Regional Universitario de Veraguas donde se obtuvo los extractos.

Para el analisis de metales pesados en tejido foliar se colectaron 250 hojas maduras se almacenaron en bolsas plasticas debidamente rotuladas con el numero de la parcela y la fecha de colecta.

Las muestras una vez en el laboratorio se secaron en un horno a 60 °C hasta obtener peso constante luego de lo cual fueron trituradas en un molino de muestras foliares (IDIAP – Divisa) después se llevaron al Laboratorio de Química del CRUV. Para obtener los extractos de las muestras de sedimentos, agua y tejido foliar se siguió la metodología descrita por Carmody *et al* (1973). Se procesó 1g de muestra sólida o 1 ml líquida se sometió a digestión hasta casi sequedad con ácido nítrico concentrado se le adicionaron 2 ml de peróxido de hidrógeno se filtro con papel Watman N° 40 y se completo un volumen de 25 ml y finalmente

los extractos fueron llevados al laboratorio del IDIAP Divisa para determinar las concentraciones de Mn Fe Zn y Cu

IV 8 CARACTERIZACIÓN FITOPATOLÓGICA DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CANAS

IV 8 1 Herbivoria

El estudio se realizó en 4 subparcelas de 1m² dentro de las parcelas P1 y P3 debido a que estas tenían mayor cantidad de plántulas disponibles que P2 Se contabilizó el número de hojas afectadas por plántulas y se midió con hoja milimetrada plástica (Fig A10) para determinar el área afectada de la hoja con respecto al área total

IV 8 2 Manchas Micóticas

Se colectaron hojas de plántulas de *Rhizophora mangle* L con afectaciones fungicas y para el análisis fitopatológico se hicieron cortes finos en las zonas necróticas oscuras de tejido foliar para observar el tipo de afección, se observaron al microscopio para determinar el agente causante del problema en el tejido foliar Además se extrajo muestra de las zonas amarillentas de tejido afectado para determinar el tipo de agente que lo causa

También se colectaron hongos descomponedores sobre troncos ramas y raíces de *Rhizophora mangle* L

IV 9 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PAPEL QUE JUEGAN LOS RECURSOS DEL MANGLAR EN BENEFICIO DE LOS USUARIOS

Con el propósito de obtener información de primera mano sobre el uso manejo y beneficios que brinda el manglar a los pobladores en Isla de Canas se aplicó una entrevista según el formulario (C1) como herramienta de trabajo esencial para obtener la información básica de carácter socioeconómico y ambiental La entrevista se realizó en 35 hogares

ubicados en Isla de Cañas Centro (Fig A11) principal poblado de la Isla, esto corresponde al 38 % de los hogares

Cualitativamente la muestra seleccionada fue la población mayor de 18 años de edad, jefes de hogar y residentes en Isla de Cañas. Se requirió que la muestra fuese de individuos en edad productiva, dado que la entrevista se orientó principalmente en la obtención de datos socioeconómicos y ambientales. No se discriminó con respecto al sexo por lo que se entrevistó tanto a hombres como a mujeres.

Para la obtención de los datos se visitó las viviendas se hizo una entrevista personal la misma se realizó únicamente con el consentimiento del entrevistado previo a una introducción que lo orientó sobre el propósito de la misma.

Las variables medidas fueron los recursos obtenidos del manglar la tecnología utilizada para la extracción y el uso del recurso. Estos factores permitieron identificar cuánto se usa el recurso cómo se usa, qué impacto tiene el uso del recurso sobre el ecosistema en estudio y en la población para la caracterización socioeconómica y socioambiental del área.

IV 10 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SPSS 10. El nivel de rechazo para todas las pruebas fue de $\alpha = 0.05$.

Para la realización de las pruebas estadísticas se determinó la heterocedasticidad a través de la prueba de Levene en los casos cuando la prueba sugirió la no homogeneidad de la varianza se efectuó la transformación logarítmica de base 10 de los datos ($\log x+1$) debido a la no estabilización de la varianza se decidió utilizar estadística no paramétrica para dichos casos. La única excepción en cuanto a la transformación se produjo con los datos de

sedimentología a los cuales se le aplicó una transformación de $\arcsen \sqrt{\%}$ debido a que se trata de datos porcentuales (Steel & Torrie 1985)

Pruebas utilizadas

Gráfico de caja y bigote como método exploratorio para describir el comportamiento de la estadística descriptiva del DAP y HT en la caracterización estructural del bosque y de las concentraciones de metales pesados

Histogramas para determinar la distribución de las frecuencias de DAP y Ht de los arbustos y árboles en el bosque de *Rhizophora mangle* L

Peréntiles 10 y 90 para DAP y HT

Prueba de Kolmogorov Smirnov para el estudio de los histogramas de frecuencia del DAP entre las tres parcelas

Pruebas Paramétricas

ANDEVA para largo de las hojas entre parcelas largo de peciolo entre parcelas

Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el largo de las hojas entre parcelas largo de pecíolo entre parcelas

Prueba t Student

Pruebas no paramétricas

Kruskal Wallis para determinar asociación entre HT y las parcelas producción de hojarasca entre parcelas Concentración de minerales en el sedimento y los meses de muestreos Concentración de minerales en el sedimento y las parcelas Concentración de

minerales en el agua estuarina y los meses de muestreo Concentración de minerales en el agua estuarina los puntos de muestreo (CP1 CP2 y CP3) Concentración de coliformes en el agua estuarina y los puntos de muestreo

Correlacion Spearman entre el DAP y HT entre productividad media mensual de hojarasca y algunos parámetros meteorológicos y fisicoquímicos Entre los minerales del sedimento seccion horizontal para determinar asociación entre estos

U de Mann Whitney para determinar el comportamiento de la hojarasca entre la estación seca y la lluviosa para determinar el comportamiento de los minerales del agua estuarina entre la estación seca y la lluviosa para determinar el comportamiento de los nutrientes y la clorofila del agua estuarina entre la estación seca y la lluviosa Para determinar el comportamiento de la concentración de coliformes en el agua estuarina entre la estación seca y la lluviosa

Análisis de regresión lineal entre HT y DAP largo de las hojas y el ancho peso de las hojas y largo largo del peciolo y largo de las hojas peso y largo de propagulos

Regresión exponencial para predecir el peso de la hoja con respecto al largo de la hoja y el peso de los propagulos con respecto al largo

El método de comparación múltiple de promedios (método de Gabriel) (Gabriel 1978) para determinar si había diferencia entre la caída de hojarasca y el peso de las hojas mensualmente entre las concentraciones de los químicos en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L. en las estaciones seca y lluviosa.

Para caracterizar la granulometria del sedimento del area estudiada se determinó las medidas estadísticas granulométricas gráficas a través de las ecuaciones enunciadas por Folk & Ward (1957) pues según Suguo (1973) estas son al menos de 10 a 20 % mas eficientes que otras ecuaciones que han sido indicadas en la literatura.

Entre las medidas estadísticas granulométricas tenemos

- granulometria media gráfica (M_z) como medida de tendencia central
- selección inclusiva (σ_i) como grado de dispersión
- asimetría gráfica inclusiva (Sk_i) como grado de asimetría, y
- curtosis grafica (K_G) como grado de agudeza de los picos de las curvas de frecuencia granulométrica.

V RESULTADOS

V 1 CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y DE PRODUCTIVIDAD DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CANAS

V 1 1 Caracterización estructural del bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas

La estructura del bosque de manglar en Isla de Cañas muestra en la zona de contacto con el canal estuarino una franja de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L) esta es de ancho variable a partir de la orilla y va desde unos 150 metros cerca a la parcela P1 y en la medida que se aleja hacia el extremo oeste de la Isla llega a medir un kilómetro (Fig 1) y cubre un área aproximada de 353 ha con $9604\ 30\ m^2$ En las parcelas de muestreos la especie de mangle registrada es *Rhizophora mangle* L la cual forma un rodal monoespecifico el cual cubre el 100 % de las mismas

Cabe mencionar que hacia el extremo oeste del canal estuarino cerca de la parcela P3 aparecen de forma esporadica especimenes juveniles de *Pelliciera rhizophorae* Planchon

En la presente investigacion se contabilizaron 286 individuos de la especie *Rhizophora mangle* L distribuidos en las tres parcelas (P1 P2 P3) adyacentes al canal estuarino de la Isla, con un área correspondiente a 0 1 ha cada una

Parcela 1

Se contabilizaron 61 arbustos y 46 árboles se obtuvo un area basal para arbustos de 0 13 y para los arboles 1 8 la altura promedio del dosel fue de 8 3 m la densidad total por hectárea de 1 070 individuos y el diametro promedio del bosque de 15 3 cm El índice de complejidad de Holdridge registro un valor de 0 07 en arbustos y para los arboles 0 7 (Cuadro 1)

Parcela 2

En la Parcela 2 se contabilizaron 25 arbustos y 40 árboles y el área basal fue 0 08 para arbustos y 1 5 para árboles la altura promedio del dosel 11 9 m la densidad total por hectarea de 650 individuos y el diametro promedio del bosque fue de 17 6 cm El índice de complejidad de Holdridge para arbustos registró un valor de 0 02 y en los arboles 0 7 (Cuadro 1)

Parcela 3

En la parcela 3 se contabilizaron 59 arbustos y 55 arboles la altura promedio del dosel fue 9 5 m la densidad total por hectárea 1 140 individuos y el diámetro promedio del bosque 14 3 cm El índice de complejidad de Holdridge registró un valor de 0 1 para arbustos y 0 9 para arboles (Cuadro 1)

Cuadro 1 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA ESPECIE *R mangle* L. EN LAS PARCELAS P1 P2 Y P3 EN EL MANGLAR DE ISLA DE CAÑAS, TONOSI 2007

Parcela	DAP Promedio (cm)	Densidad de troncos		Área basal (m ²)		Altura del dosel (m)	Índice de Complejidad	
		≥ 2,5 cm dap	≥ 10 0 cm dap	≥ 2 5 cm dap	≥ 10,0 cm dap		≥ 2 5 cm dap	≥ 10,0 cm dap
P1	15,3	61 0	46 0	0 13	1 8	8,3	0 07	0 7
P2	17 6	25 0	40,0	0 08	1,5	11,9	0,02	0 7
P3	14,3	59,0	55 0	0,2	1 7	9,5	0,1	0 9

El DAP de los arbustos segun se desprende del análisis de datos en P1 osciló de 2 5 cm a 9 5 cm en P2 de 2 5 cm a 9 0 cm y P3 de 2 5 cm a 9 4 cm Las medianas obtenidas de

arbustos entre parcelas fueron diferentes donde la P2 mostró un amplio porcentaje de individuos con DAP superiores, seguido de P3 y los menores los registró P1 (Fig.2).

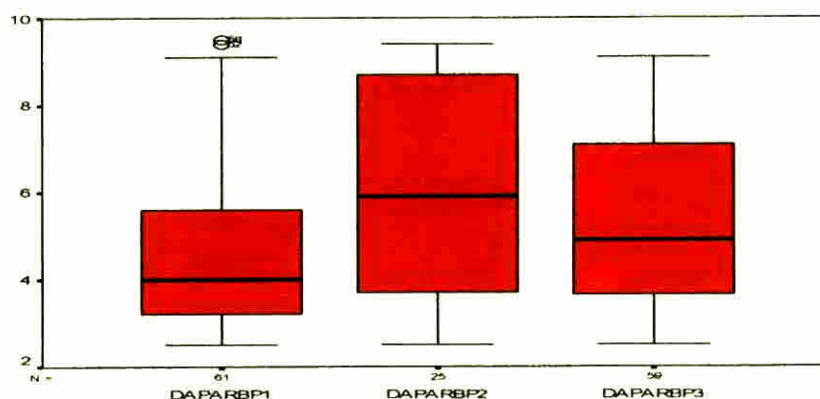


Fig. 2 Comparación del DAP de los arbustos entre la parcelas (P1, P2, P3) en Isla de Cañas.

El DAP de los árboles según se desprende del análisis de datos en P1 osciló entre 10,0 cm a 44,6 cm, en P2 de 10,0 cm a 47,5 cm y P3 de 10,0 cm a 50,5 cm. Las medianas obtenidas de árboles entre parcelas fueron idénticas para P2 y P1 y superiores a P3. Se nota que el cuartil inferior de P1 es ligeramente superior al cuartil inferior de P2; además, se resalta la presencia de datos atípicos moderados y extremos en P3. (Fig. 3).

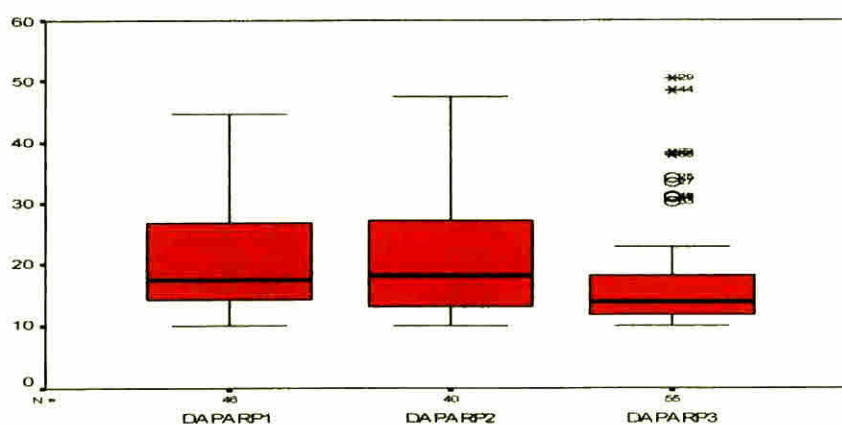


Fig. 3. Comparación del DAP de los árboles entre la parcelas (P1, P2, P3) en Isla de Cañas.

El comportamiento del DAP de arbustos y árboles en total por parcelas según se desprende del análisis de datos en P1 osciló de 2,5 cm a 44,6 cm, en P2 de 2,5 cm a 47,5 cm y P3 de 2,5 cm a 50,5 cm. Las medianas obtenidas entre parcelas fueron ligeramente diferentes, donde P2 fue superior, seguida de P3 y P1. Se presentaron datos atípicos moderados en P1 y P2, mientras que en P3 los hay moderados y extremos (Fig. A12 a, b, c).

De acuerdo con el valor de los percentiles la P2 mostró valores de percentil 10 y 90 mayores que las otras parcelas, por otro lado, el percentil 90 de P3 presentó el valor más bajo de las tres parcelas, esto nos confirma que P2 tuvo los árboles más desarrollados y P3 los más jóvenes. (Cuadro B1).

La distribución de las frecuencias de DAPt en los arbustos y árboles en total por parcelas en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas mostró para P1 que la mayor parte de los valores se acentúan sobre los intervalos con amplitud media de 2,5 cm a 15,0 cm, en P2 de 2,5 cm a 20 cm y en P3 de 2,5 cm a 15 cm. (Fig. A13 a, b, c), para el bosque en total las frecuencias de distribución de arbustos y árboles se acentuaron en los intervalos con amplitud media de 2,5 a 18,0 cm (Fig. 4).

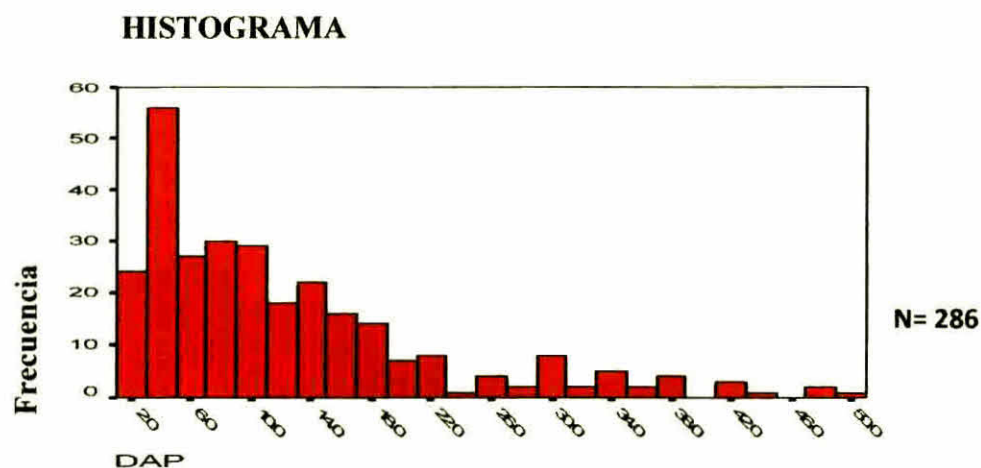


Fig. 4. Distribución de las frecuencias de DAP de los arbustos y árboles en total en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

La altura de los arbustos según se desprende del análisis de datos en P1 osciló de 1,5 m a 18 m, en P2 de 2,5 m a 9,1 m y P3 de 1,5 m a 12,0 m. Las medianas obtenidas de arbustos entre parcelas fueron similares entre P2 y P3 y superiores a P1. Hay que resaltar que en P2 hay un porcentaje mayor de arbusto con alturas superiores a la mediana con respecto a P3 (Fig. 5).

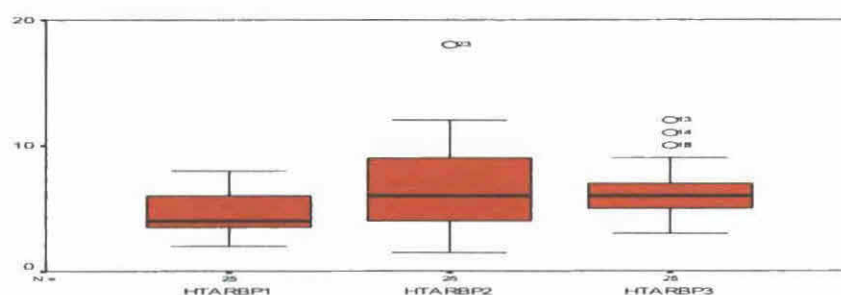


Fig. 5. Comparación de la altura (m) arbustos entre la parcelas (P1, P2, P3) de Isla de Cañas.

La altura de los árboles según se desprende del análisis de datos en P1 osciló de 7,0 m a 24,5 m, en P2 de 8,0 m a 26,0 m y P3 de 7,0 m a 28,0 m. Las medianas obtenidas de árboles entre parcelas son similares entre P1 y P3, pero inferiores a P2. Se debe resaltar que en P1 hay mayor porcentaje de árboles superiores a la mediana, contrario a P3 donde un mayor porcentaje es inferior. Además, se presentan datos atípicos moderados en P1 y P3 con mayor representatividad en P3 (Fig. 6).

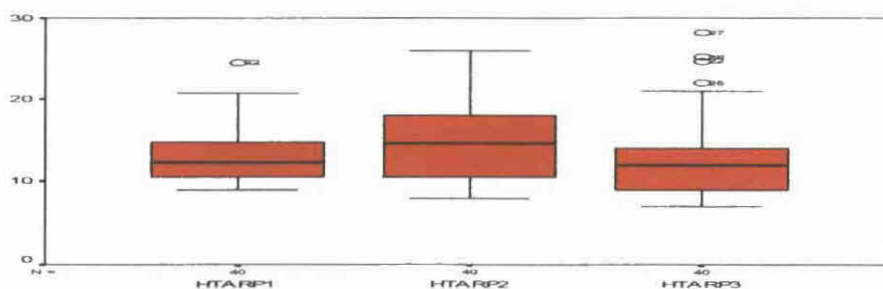


Fig. 6. Comparación de la altura (m) de árboles entre la parcelas (P1, P2, P3) en Isla de Cañas.

El comportamiento HTt de arbustos y árboles por parcelas según se desprende del análisis de datos en P1 osciló de 1,5 m a 24,5 m, en P2 de 1,5 m a 26,0 m y P3 de 1,5 m a 28,2 m. Las medianas obtenidas entre parcelas fueron similares, los valores de altura en un mayor porcentaje de individuos fueron superiores a la mediana en P2, en P3 la distribución fue simétrica, mientras que en P1 un alto porcentaje de individuos presentó valores de altura inferiores a la mediana, en las tres parcelas se presentó datos atípicos moderados. (Fig. A 14).

De acuerdo con el valor de los percentiles, para el 10 la P1 registró los individuos más bajos y P2 y P3, los más altos mientras que para el percentil 90 se obtuvo que la P2 tiene árboles más altos, seguida de P3 y luego P1 (Cuadro B2).

La distribución de las frecuencias de alturas de los arbustos y árboles en total por parcelas en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas mostró para P1 que la mayor parte de los valores se acentuaron sobre los intervalos con amplitud media de 4,0 m a 14,0 m, en P2 de 5,0 m a 17,5 m y en P3 de 5,0 m a 12,5 m. (Fig. A15 a, b, c), para el bosque en total las frecuencias para la altura en mayor parte se acentuaron en los intervalos con amplitud media de 4,0 m a 14,0 m (Fig. 7).

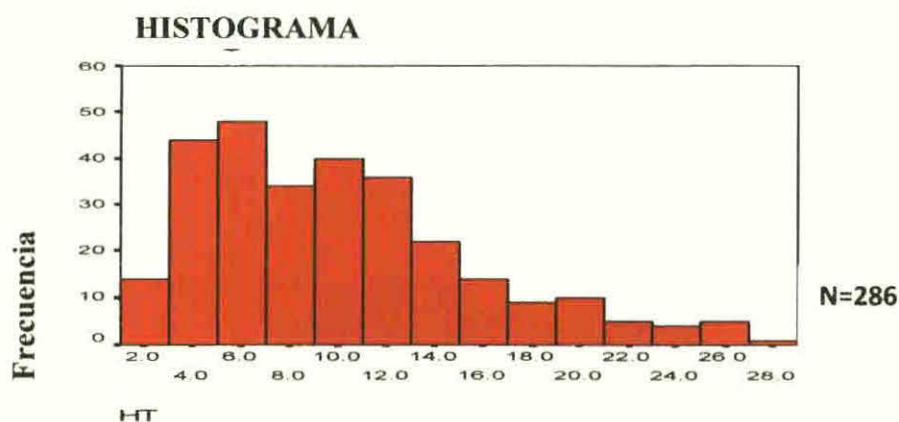


Fig. 7 Distribución de las frecuencias de HTt de los arbustos y árboles en total en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

El DAP promedio en el bosque de *Rhizophora mangle* L fue 15.5 cm y la altura total 9.6 m la densidad por hectárea para arbustos de 480 y para árboles 470 individuos el área basal registro para el componente arbusto un valor de 1.3 y para árboles 17.0 y en total para el bosque fue 18.0 en lo que respecta al índice de Complejidad de Hodridge se obtuvo para arbustos 0.6 y para árboles 7.7 (Cuadro 2)

Cuadro 2 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL BOSQUE DE *R mangle* L EN ISLA DE CANAS

DAP Promedio (cm)	Densidad de troncos(Ha)		Area basal (m ²)		Area basal total(m ²)	Altura del dosel (m)	Indice de Complejidad	
	≥ 2.5 cm dap	≥ 10 cm dap	≥ 2.5 cm dap	≥ 10 cm dap			≥ 2.5 cm dap	≥ 10 cm dap
15.5	480	470	1.3	17.0	18	9.6	0.6	7.7

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La prueba de Kolmogorov Smirnov indicó que la distribución de tallas del DAP entre las Parcelas muestra diferencias altamente significativas entre P1 y P2 ($D = 0.2711$ $p < 0.004$) y entre P2 y P3 ($D = 0.38645$ $p < 0.0001$) mientras que hay diferencia significativa entre P1 y P3 ($D = 0.1651$ $p = 0.045$)

La prueba de Kruskal Wallis indicó que existe diferencia altamente significativa en el HT entre parcelas ($H = 22.536$ $p = 0.0001$)

Se determinó la correlación Spearman entre el DAP y HT la cual muestra una correlación positiva altamente significativa y fuerte entre ambas variables ($r_s = 0.907$ $p = 0.0001$)

Se realizó un análisis de regresión lineal con el propósito de determinar la ecuación de regresión para predecir la altura de los árboles con respecto al DAP. La ecuación resultante fue: $HT = 3,698 + 0,478 \cdot DAP$, y $p = 0,0001$. (Fig. 8).

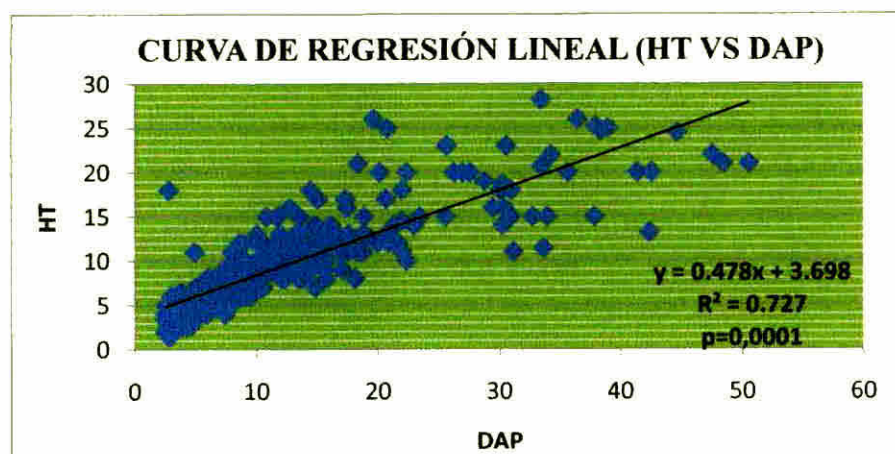


Fig. 8 Relación entre la altura total y el DAP de los árboles en Isla de Cañas, 2007.

V.1.2. Morfología externa de las hojas de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

Los resultados obtenidos de mediciones en las hojas demostraron que el largo de las mismas en la población estudiada, tiene como mínimo 9,0 cm y como máximo 21,1 cm y en promedio 14,2 cm. El ancho tiene un valor mínimo de 1,0 cm y el máximo de 8,6 cm, en promedio 5,5 cm; el peso tiene como mínimo 0,8 g y 7,8 g, el máximo en promedio 2,5 g; el largo del peciolo tiene un mínimo de 0,70 cm y un largo de 3,40 cm y en promedio 1,98 cm. (Cuadro 3).

Cuadro 3. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS MEDIAS DE LAS DIMENSIONES DE LAS HOJAS DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CAÑAS.

VARIABLE	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESV. EST.	COEF. DE VARIACIÓN
Largo	750	9.00	21,10	14,2	1,9	0.13
Ancho	750	1.00	8.60	5,5	0,9	0.16
Peso	750	0.80	7.80	2,5	0,8	0.32
L. Peciolo	750	0.70	3.40	1,98	0,3	0.17

Al establecer la relación entre el largo como variable dependiente y el ancho de la hoja como variable independiente se obtiene una relación lineal, cuando el ancho aumenta igual ocurre con el largo de las hojas. (Fig. 9).

El análisis de regresión lineal permitió determinar la ecuación de regresión para predecir el comportamiento del largo de las hojas con respecto al ancho. La ecuación resultante fue $(y=1,533x+5,778; r^2=0,524)$ y $p=0,000$.

El coeficiente de determinación r^2 entre el ancho y el largo de las hojas, define una correlación moderada entre estas, además existe una tendencia lineal positiva.

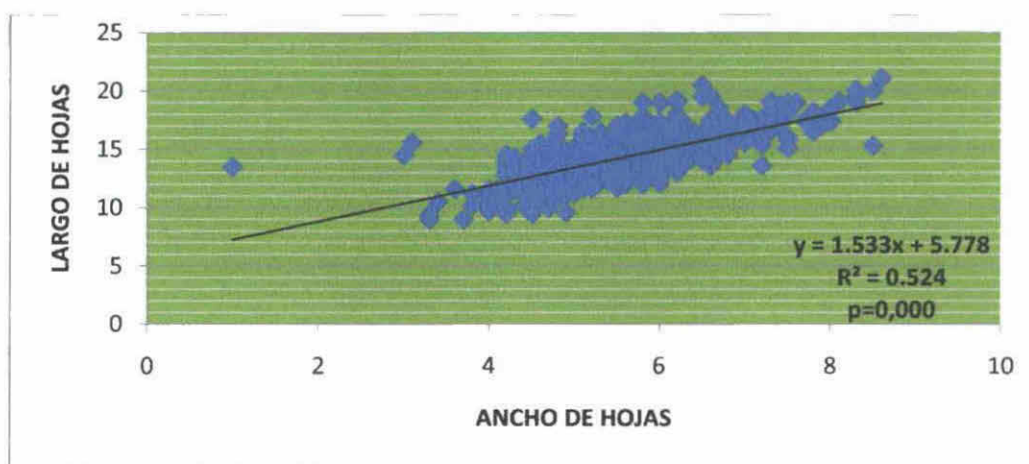


Fig. 9 Relación largo vs ancho de hojas de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

Sobre la misma gráfica se construyó otra recta con la siguiente información: Ecuación de regresión: $y = 2,12 + 1,61 x$; $r^2 = 0,91$, Valor mínimo: Largo 4,74 cm y Ancho 1,62 cm; Valor máximo: Largo 16,0 cm y Ancho 8,80 cm, información obtenida de otros manglares en América Latina (Cintrón & Schaeffer- Novelli, 1983).

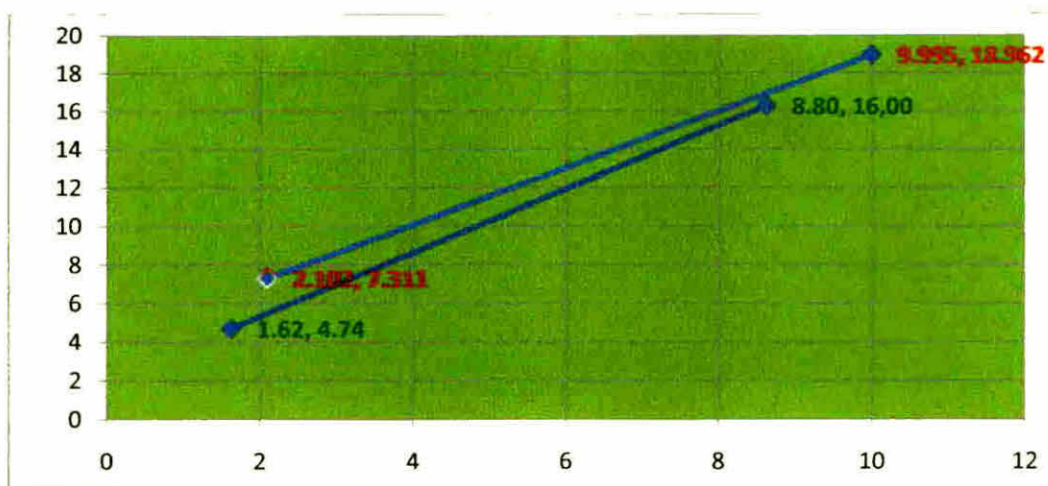


Fig. 10 Comparación de la relación de largo vs ancho de las hojas de *Rhizophora mangle* L. de Isla de Cañas con las de otros manglares de América según (Cintrón y Schaeffer-Novellii 1983).

El análisis de regresión lineal permitió determinar la ecuación de regresión para predecir el comportamiento del peso de las hojas con respecto al largo. La ecuación resultante fue $(y = 0,326e^{0,139x}; r^2 = 0,685)$ y $p = 0,000$. (Fig. 11)

El coeficiente de determinación entre las variables peso y largo de las hojas define una correlación positiva moderada, además la nube de puntos define una asociación no lineal, (Fig. 11).

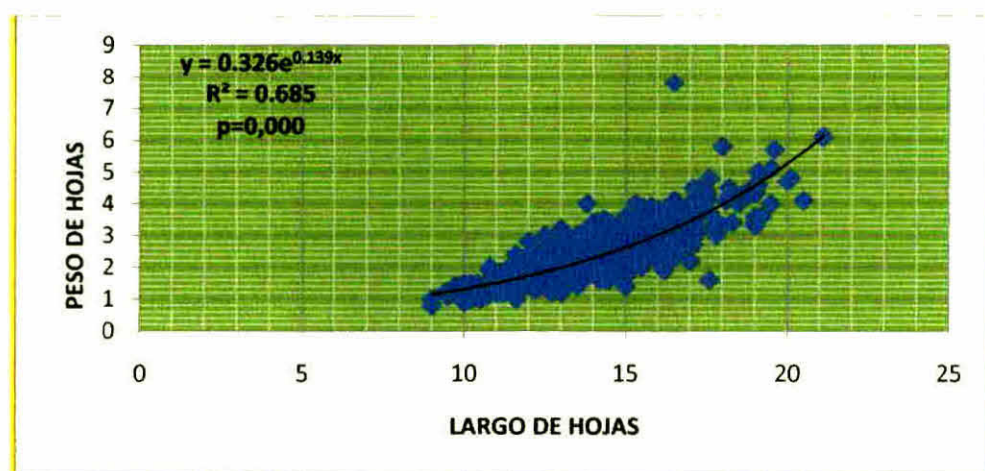


Fig. 11 Relación peso vs largo de hojas de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

El análisis de regresión lineal permitió determinar la ecuación de regresión para predecir el comportamiento del largo del peciolo con respecto al largo de las hojas. La ecuación resultante fue ($y=0,075x + 0,910$; $r^2= 0,183$) y $p = 0,000$. (Fig. 12).

El coeficiente de determinación entre las variables largo de la hoja y largo del peciolo define una correlación positiva débil; además, la nube de puntos define una tendencia lineal, pero no podríamos asegurar que el largo de la hoja y del peciolo aumenten a la vez juntos, ya que existe una dispersión significativa de los datos (Fig. 12).

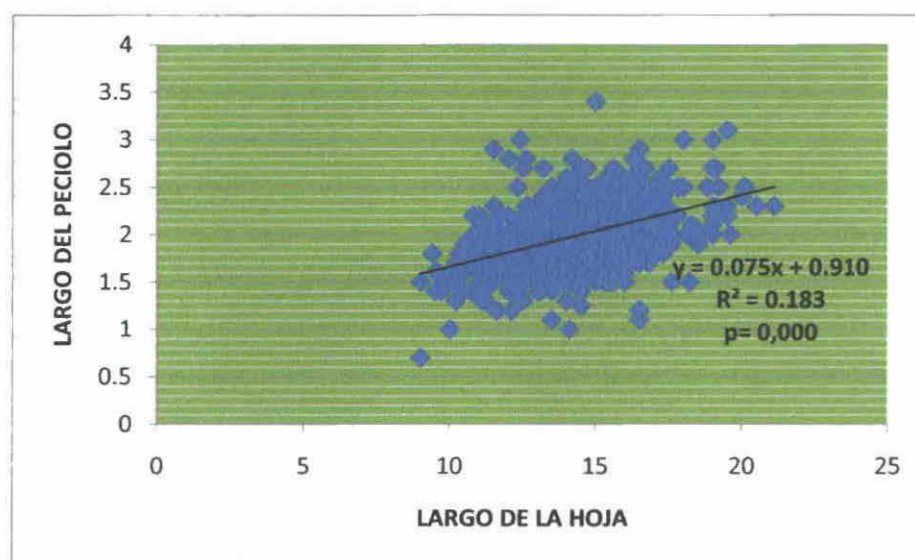


Fig. 12 Relación largo de peciolo vs largo de la hoja de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

Análisis estadístico

Según la prueba de Kruskal Wallis existe diferencia significativa entre parcelas en lo que respecta al peso de las hojas ($H= 39,6$ $p=0,000$).

La prueba de Kruskal Wallis demostró que existe diferencia significativa entre parcelas en lo que respecta al ancho de las hojas ($H= 29,996$ $p= 0,000$).

Para el largo de las hojas encontramos que el análisis estadístico de ANDEVA indica que existe una diferencia altamente significativa entre parcelas ($F=29.964$ y $P < 0.05$)

De acuerdo con la prueba de rangos de Duncan el largo de las hojas es igual entre P1 y P3

3 1 2

En cuanto al largo del peciolo el análisis de varianza demuestra que existe diferencia altamente significativa entre parcelas ($F=15.879$ y $p < 0.05$)

De acuerdo con la prueba de rangos de Duncan el largo del peciolo de las hojas es igual entre P2 y P3

2 3 1

V 1.3 Morfología externa de los propágulos de *Rhizophora mangle* L en Isla de Canas

Los propágulos registraron de largo como mínimo 4.0 cm y máximo 5.0 cm y cuyo promedio fue 3.747 cm mientras que el peso osciló entre 2.3 y 2.5 lg y cuyo promedio fue 1.578 g (Cuadro 4)

CUADRO 4 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS DIMENSIONES MEDIAS DE LOS PROPAGALOS DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CAÑAS

Propágulos	N	mínimo	máximo	media	Desv. est.	Coefficiente de variación
LARGO	30	4.00	5.00	3.74700	0.83121	0.222
PESO	30	2.30	2.50	1.57767	0.3528	0.339

De la relación peso vs largo de los frutos se obtiene la ecuación $y = 2.120 e^{0.051x}$ y un coeficiente de determinación $r^2 = 0.830$ y una $p = 0.000$ (Fig 13)

El coeficiente de determinación entre las variables peso y largo de los propágulos define una correlación positiva fuerte, la nube de puntos indica una asociación no lineal; sin embargo, es una relación exponencial.

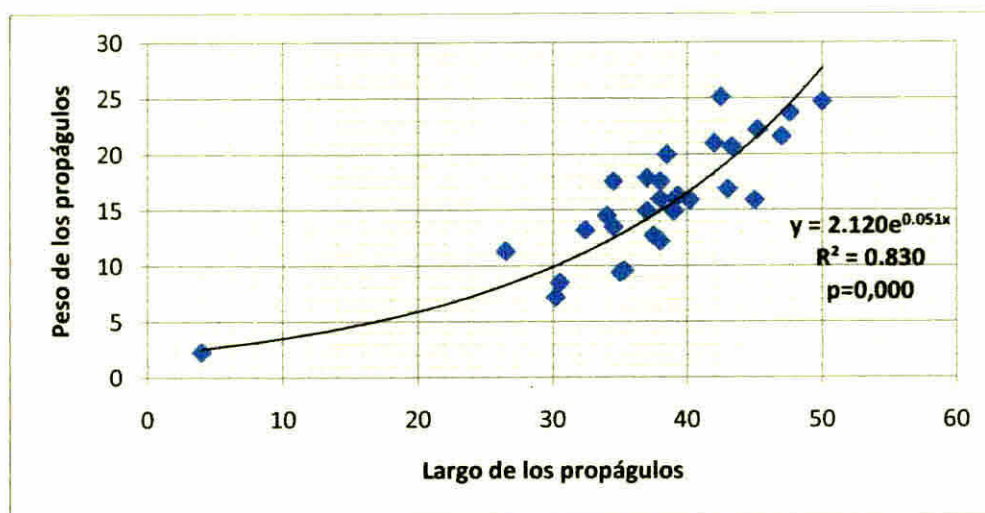


Fig. 13 Relación de peso vs largo en propágulos de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

V.1.4. Producción de hojarasca.

La producción de hojarasca en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas, registró el mayor valor en la parcela P3 con 3,87 g/m²/d, seguida de las parcelas 1 y 2 con 3,59 g/m²/d y 3,20 g/m²/d, respectivamente. Como promedio se obtuvo 3,55 g/m²/d (Fig.14).

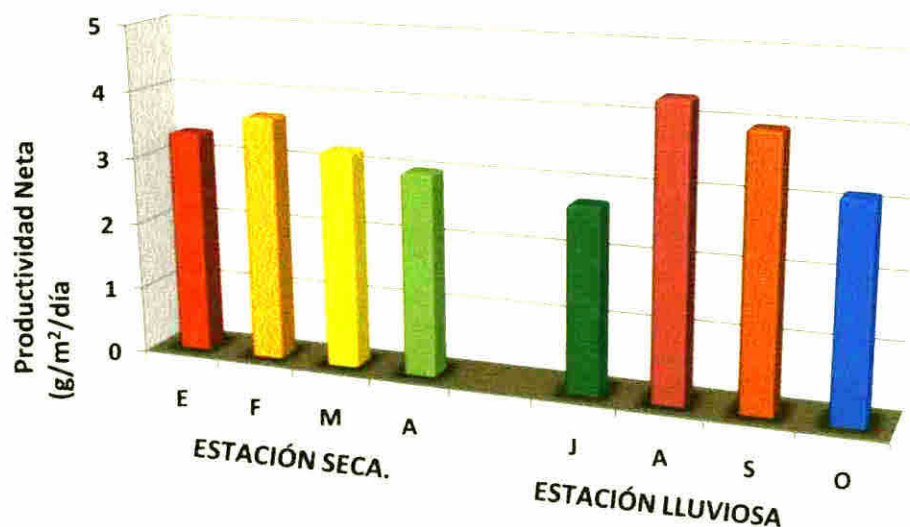


Fig. 14 Productividad neta de hojarasca por día de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

La producción de hojarasca durante la estación seca registró el mayor valor de 3,68 g/m² en el mes de febrero, mientras que en la estación lluviosa se registró en agosto y septiembre con valores de 4,32g/m²/d y 3,98 g/m²/d, respectivamente. El pico máximo de producción anual se registró en agosto. (Fig. 15).

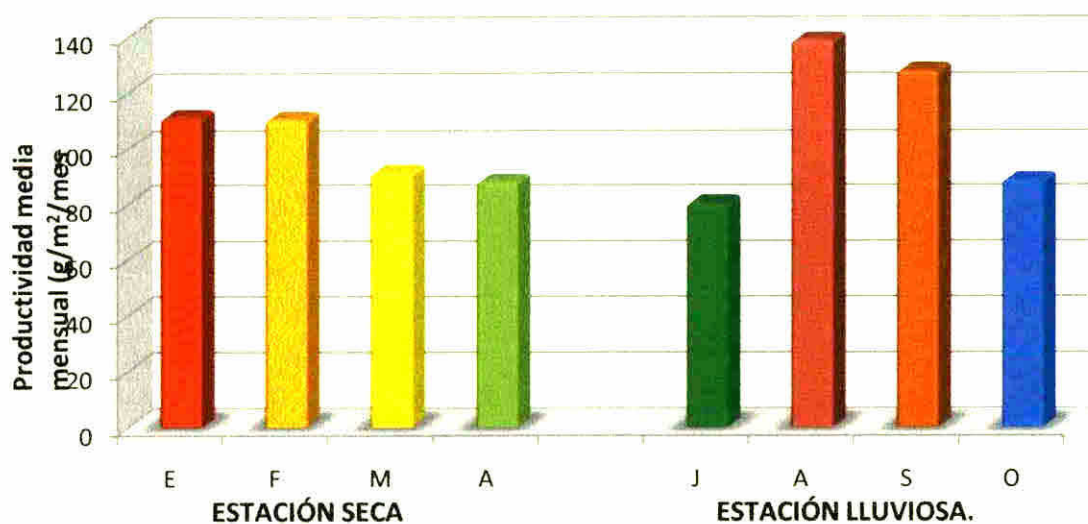


Fig. 15 Media mensual de la producción de hojarasca en Isla de Cañas por *Rhizophora mangle* L.

El patrón de producción de hojarasca de *Rhizophora mangle* L. en el ecosistema de manglar en Isla de Cañas para cada uno de sus componentes: hojas, estípulas flores, ramas y frutos, mostró a las hojas como principal componente, tanto en la estación seca como en la lluviosa (Fig. 16).

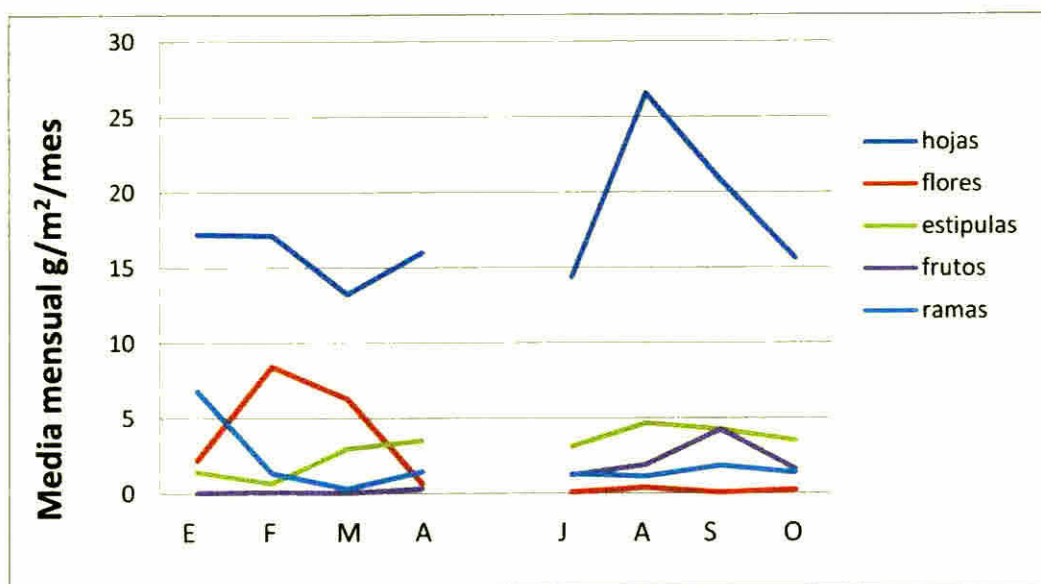


Fig. 16 Media mensual de los componentes de la Hojarasca (Hojas, estípulas, flores, ramas y frutos de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

Para la estación seca las hojas constituyen el 63,62 % del peso seco total; las flores, el 17,44 %; las estípulas, 8,63 %; ramas, 9,79 % y frutos, 0,53 %, durante la estación lluviosa las hojas constituyen el 72,16 % del peso seco total; las flores, el 0,73 %; las estípulas, 14,55 %; ramas, 5,23 % y frutos, 7,33 %. (Fig. 16).

Agosto y septiembre son los meses de mayor productividad de hojarasca, pero de acuerdo con el método de Gabriel a pesar de que octubre es el mes más lluvioso del año, la producción de hojas (Fig. 17) y de hojarasca en total es similar a la de los meses de marzo y abril que son meses de la estación seca del año.

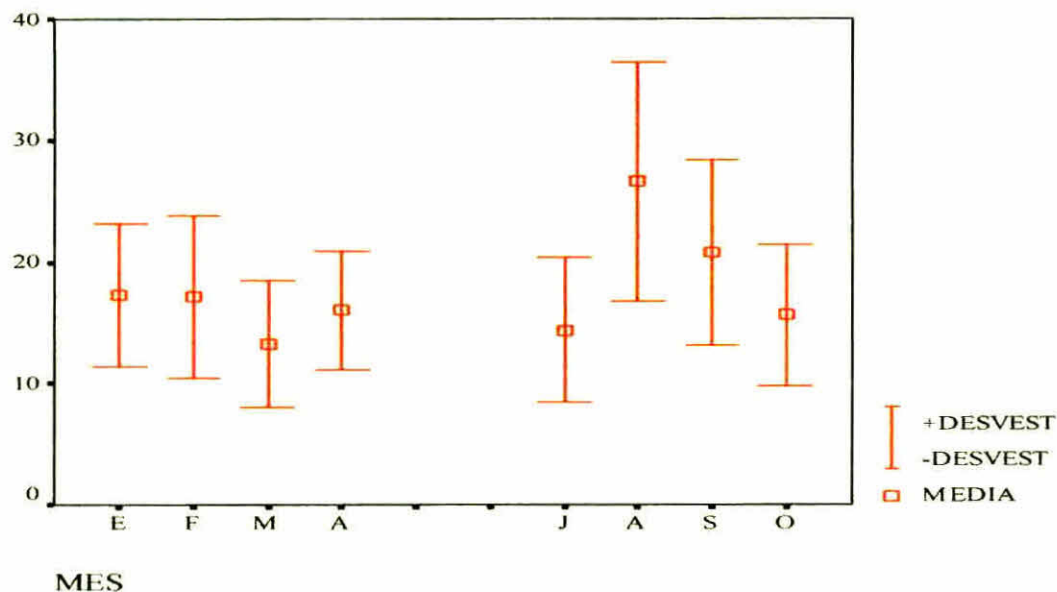


Fig. 17 Distribución del promedio \pm desviación estándar, del peso de hojas por mes de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

La producción anual de hojarasca que registró el bosque de manglar en Isla de Cañas durante esta investigación fue de 1262,9 g/m²/año lo que corresponde a 12629 Kg /ha/año.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se realizó la prueba de Levene para determinar la homogeneidad de la varianza, la cual indicó la necesidad del uso de estadística no paramétrica.

La prueba de U de Mann-Whitney indicó que no existe diferencia significativa en la producción de hojarasca entre la estación seca y la estación lluviosa. ($U = 343615.000$ y $p = 0.773$).

La prueba de Kruskal Wallis indicó que no existe diferencia significativa en la producción de hojarasca entre parcelas. ($H = 2,270$ y $p = 0,321$).

Los valores calculados de correlación de la productividad media de hojarasca con brillo solar precipitación velocidad del viento y salinidad para la estación seca y lluviosa nos muestran que no existe correlación entre las variables investigadas (Cuadro 5)

Cuadro 5 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN (r) (p) ENTRE LA PRODUCTIVIDAD MEDIA MENSUAL DE HOJARASCA Y ALGUNOS PARAMETROS METEOROLOGICOS Y FISICOQUÍMICOS POR ESTACIÓN EN ISLA DE CAÑAS 2007

PRODUCTIVIDAD MEDIA MENSUAL DE HOJARASCA	Estación Seca				Estación Lluviosa			
	BS	P	V V	S (ups)	BS	P	V V	S
	0,400 0,300	-0,775 0,113	0,632 0 184	0 400 0,300	-0,211 0,395	0 000 0,500	258 0,371	0,000 0,500

Nota BS = Brillo solar P = Precipitación V V = Velocidad del viento, S (ups) = Salinidad

V 1 5 TEJIDO FOLIAR.

De los resultados obtenidos del análisis químico del tejido foliar se registró las concentraciones medias anuales que caracterizó el comportamiento de los minerales nitrógeno fósforo potasio calcio magnesio manganeso hierro zinc y cobre en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas (Fig 18 a,b)

Los valores de las concentraciones de los minerales en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas de acuerdo al método de Gabriel indico que el nitrógeno fosforo potasio zinc calcio magnesio (Fig 18a) manganeso hierro zinc y cobre (Fig 18b) fueron semejantes entre la estación seca y la lluviosa.

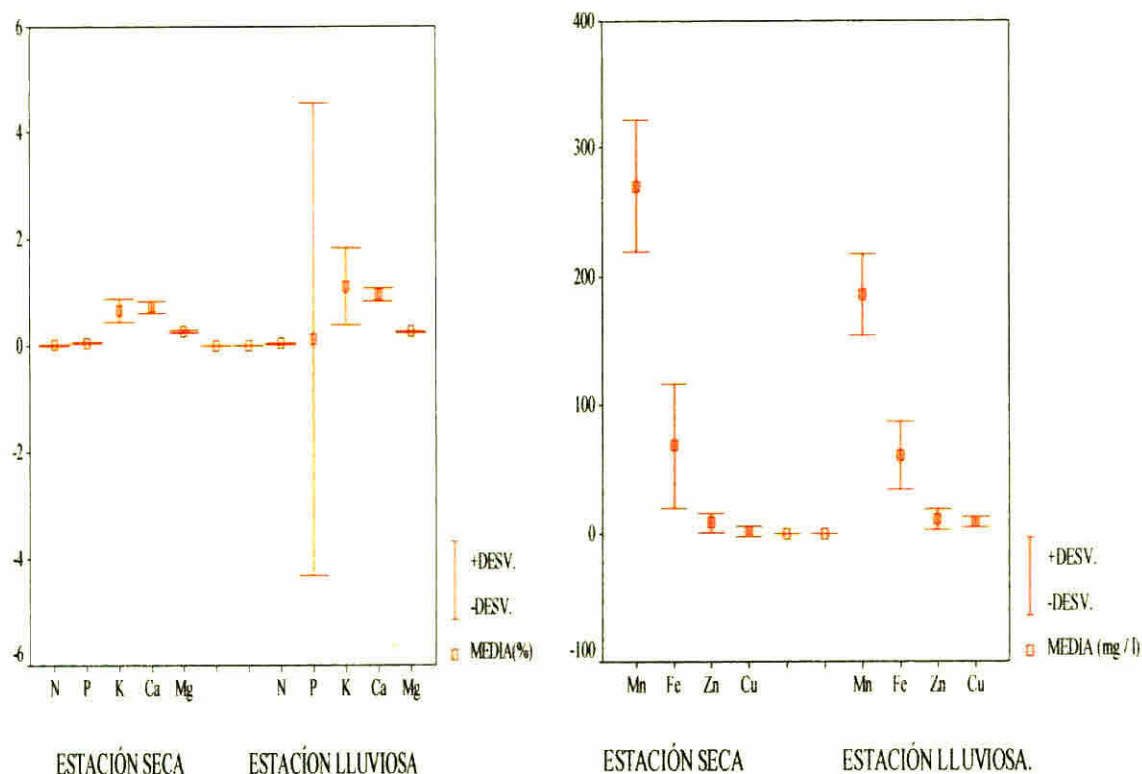


Fig. 18 (a, b). Valores promedio \pm desviación estándar de los químicos determinados en las hojas de *Rhizophora mangle* L. el bosque de mangle de Isla de Cañas.

V.2. CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y GEO-QUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS EN EL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L. EN ISLA DE CAÑAS.

V.2.1. Parámetros fisicoquímicos sección horizontal.

El pH superficial del sedimento durante la estación seca en el mes de abril mostró el valor más bajo 5,1 mientras el mes de enero registró el valor más alto de 5,8. Durante la estación lluviosa en los meses de agosto y septiembre se presentó el menor valor con 4,8, mientras que el más alto 5,0 se registró en julio y octubre. El pH registró menores valores durante la estación lluviosa (Fig. A 16). El valor promedio para la estación fue 5,4 y en la lluviosa 4,9.

La temperatura superficial registró durante la estación seca en el mes de marzo el valor más bajo de 25,7 °C, mientras que en abril se encontró el mayor valor de 27,9 °C.

Durante la estación lluviosa en el mes de julio se registro el menor valor de 26.1 °C y para el mes de septiembre el mayor valor de 27.7 °C (Fig. A17). El valor promedio de la temperatura para la estación seca fue 26.8 °C y para la lluviosa 27 °C.

En cuanto a las características químicas del sedimento el análisis de nitrógeno mostró para la estación seca valores de 0.1 a 0.2 % y en la estación lluviosa valores inferiores de 0.03 a 0.04 % (Fig. A18). El valor promedio de nitrógeno para la estación seca es 0.14 % y para la lluviosa 0.04 %. El fósforo durante la estación seca mostro el valor mínimo de 23.7 mg/l en febrero y en enero el máximo de 29.7 mg/l y durante la estación lluviosa el valor mínimo fue 16.0 mg/l en el mes de agosto y el máximo 26.7 mg/l en el mes de octubre (Fig. A19). El valor promedio del fósforo para la estación seca fue 26.2 mg/l y para la lluviosa, 20.7 mg/l.

El magnesio durante la estación seca en el mes de enero registró un valor mínimo de 13.0 cmol/Kg y un máximo de 17.1 cmol/Kg en el mes de febrero. En la estación lluviosa el valor mínimo se registró en octubre de 9.3 cmol/Kg y el máximo en septiembre de 12.5 cmol/Kg (Fig. A20). El valor promedio para la estación seca fue 14.5 cmol/Kg y en la lluviosa, 11.1 cmol/Kg.

El potasio durante la estación seca en el mes de abril registro un valor mínimo de 613.3 mg/l y un máximo 853.7 mg/l en el mes de enero. En la estación lluviosa el valor mínimo se registró en agosto de 380.7 mg/l y el máximo de 690.3 mg/l en octubre (Fig. A21). El valor promedio para la estación seca fue de 745.8 mg/l y en la lluviosa, 548.5 mg/l.

El calcio durante la estación seca en el mes de enero registro un valor mínimo de 4.7 cmol/Kg y un máximo de 5.9 cmol/Kg en el mes de febrero. En la estación lluviosa el valor

mínimo se registró en octubre de 3.9 cmol/Kg y el máximo de 5.8 cmol/Kg en julio (Fig. A22)

El valor promedio para la estación seca fue 5.2 cmol/Kg y la lluviosa 4.9 cmol/Kg

El aluminio durante la estación seca y la estación lluviosa no mostró variación mantuvo un valor de 0.1 cmol/Kg

El manganeso durante la estación seca en el mes de enero registró un valor mínimo de 30.3 mg/l y el máximo de 57.0 mg/l en el mes de febrero. En la estación lluviosa el valor mínimo fue de 10.5 mg/l en julio y el máximo de 41.0 mg/l en septiembre (Fig. A23). El valor promedio para la estación seca fue 42.8 mg/l y la lluviosa registró un promedio de 37.8 mg/l

El hierro durante la estación seca en el mes de abril registró un valor mínimo de 318.7 mg/l y un máximo de 664.0 mg/l en el mes de enero. En la estación lluviosa el valor mínimo fue de 426.3 mg/l en octubre y el máximo de 510.7 mg/l en agosto (Fig. A24). El valor promedio para la estación seca fue 505.2 mg/l y la lluviosa registró un promedio de 470.0 mg/l

El zinc durante la estación seca en el mes de febrero registró un valor mínimo de 10.7 mg/l y un máximo de 20.3 mg/l en el mes de enero. En la estación lluviosa el valor mínimo fue de 4.7 mg/l en julio y el máximo de 41.6 mg/l en septiembre (Fig. A25). El valor promedio para la estación seca fue 14.0 mg/l y la lluviosa registró un promedio de 23.5 mg/l

El cobre durante la estación seca en el mes de enero registró un valor mínimo de 2.7 mg/l y un máximo de 6.0 mg/l en el mes de abril. En la estación lluviosa el valor mínimo fue

de 53 mg/l en octubre y el máximo de 80 mg/l en julio y agosto (Fig A26) El valor promedio para la estación seca fue 41 mg/l y la lluviosa registro un promedio de 73 mg/l

Análisis estadísticos de los valores de la distribución de los minerales en el sedimento sección horizontal Isla de Cañas

La prueba de Kruskal Wallis nos permite asegurar que la concentración de los minerales (N P K Ca, Mg Al Mn Fe Zn y Cu) en seccion horizontal del sedimento de Isla de Cañas entre meses fue diferente estadísticamente significativa, (Cuadro 6)

Cuadro 6 PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS DIFERENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS MINERALES ENTRE LOS MESES

Meses	N	P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Fe	Zn	Cu
Chi Cuadrado	60 102	57 204	63 434	42 154	52 254	34 937	13 699	38 593	27 740	44 405
Sig.	000	000	000	000	000	000	057	000	000	000

Para las concentraciones de los minerales (N P K Ca, Mg Al Fe Zn) por parcela, mostró que no existio diferencias significativas mientras que para el manganeso y el cobre indico diferencias significativas en los niveles de concentracion (Cuadro 7)

Cuadro 7 PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS DIFERENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS MINERALES ENTRE PARCELAS

Parcelas	N	P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Fe	Zn	Cu
Chi-cuadrado	1 122	4.337	4.294	1 288	2 424	2 103	19 994	4.596	1 667	6 611
Sig	571	114	117	525	298	349	000	100	435	037

La prueba U Mann Whitney indicó que los valores de N P K, Cu, no son diferentes estadísticamente entre estación seca y lluviosa, mientras que para Ca, Al Mg Mn Fe y Zn

mostro que hay diferencia significativa en la concentración de estos entre la estación seca y lluviosa (Cuadro 8)

Cuadro 8 PRUEBA U DE MANN WHITNEY CONCENTRACIÓN DE MINERALES ENTRE ESTACIÓN SECA Y LLUVIOSA

Estación	N	P	K	Ca	Mg	Al	Mn	Fe	Zn	Cu
U de M W	69 000	56 500	48 500	116 500	130.500	135 000	129 000	109 500	148 500	82 500
Sig.	002	001	000	148	318	074	296	096	668	011

La prueba de correlación de rangos de Spearman (Cuadro 9) indica que existe una mayor correlación positiva significativa entre Fósforo y Potasio ($r_s = 0.69$) seguido de Nitrógeno y Magnesio ($r_s = 0.62$) mientras que existe una mayor correlación negativa significativa entre Potasio y Cobre ($r_s = -0.74$) y entre Nitrógeno y Cobre ($r_s = -0.65$).

Cuadro 9 CORRELACIÓN DE RANGOS DE SPEARMAN, EN EL SEDIMENTO, SECCIÓN HORIZONTAL, EN ISLA DE CANAS PARA DETERMINAR LA ASOCIACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS MINERALES

[illegible]

V 2.2 Distribución vertical de las variables químicas y físicas en el sedimento

El sedimento del bosque de manglar en Isla de Cañas para cada una de las variables fisicoquímicas estudiadas en la sección vertical durante la estación seca y la lluviosa mostró valores de pH mínimos de 5.3 entre 0 y 5 cm de profundidad y el máximo de 5.6 a 50 cm durante la estación seca, mientras que en la estación lluviosa se presentó una ligera disminución, se registró el menor valor de 4.8 entre 0 y 5 cm y el máximo de 5.0 a 20 cm. En las parcelas (P1 P2 P3) el pH registró valores constantes durante la estación seca hasta los 5 cm luego varía. En la estación lluviosa en P3 se mantiene igual hasta los 5 cm, mientras en P1 y P2 se mantuvo constante hasta los 10 cm (Fig A27 a y b)

El nitrógeno durante la estación seca registró su mínimo valor de 0.08 % a 20 cm y el máximo de 0.1% de 5 a 10 cm de profundidad. En la estación lluviosa se mantuvo en 0.04% en todos los niveles de profundidad. En las parcelas durante la estación seca el nitrógeno registró constancia hasta los 5 cm de profundidad y a partir de ahí varió. En la estación lluviosa se mantuvo constante con un valor de 0.03% en P2 y P3 y de 0.07 % en P1 en los cuatro niveles de profundidad estudiados (Fig A28 a y b)

El fósforo registró durante la estación seca su mínimo valor de 24.3 mg/l de 0 a 5 cm mientras que su máximo valor fue 35.3 mg/l a 20 cm. Durante la estación lluviosa mostró un mínimo valor de 20.0 mg/l de 0 a 5 cm y su máximo de 26.7 mg/l a 50 cm. En las parcelas durante la estación seca el fósforo se mantuvo constante hasta los 5 cm en P1 P2 y P3 a partir de ahí varió sus concentraciones. En la estación lluviosa similar situación ocurre en P1 y P3 mientras en P2 varió a partir de los 10 cm de profundidad (Fig A29 a y b)

El magnesio durante la estación seca a los 10 cm se registró su mínimo valor de 11.0 cmol/Kg y su máximo a los 50 cm de 13.3 cmol/Kg. Durante la estación lluviosa su valor

mínimo de 10.9 cmol/Kg se registró a los 20 cm y su máximo de 12.5 cmol/Kg de 0 a 5 cm. El magnesio durante las estaciones seca y lluviosa en las parcelas P1, P2 y P3 se mantuvo constante hasta los 5 cm de profundidad, a partir de ahí varió sus concentraciones (Fig. A 30 a y b).

El potasio en la estación seca registró su mínimo valor de 822.3 mg/l a los 5 cm y su máximo a los 50 cm de 826.0 mg/l mientras que en la estación lluviosa su mínimo valor fue 414.7 mg/l a los 20 cm y el máximo de 684 mg/l a los 50 cm. El potasio durante las estaciones seca y lluviosa se mantuvo constante hasta los 5 cm en las parcelas P1, P2 y P3 a partir de ahí varió. Cabe resaltar que en P3 disminuyó drásticamente a los 20 cm de profundidad y luego se incrementó alcanzando su mayor concentración a los 50 cm (Fig. A31 a y b).

El calcio en la estación seca registró su mínimo valor 4.3 cmol/Kg a los 10 cm y el máximo de 5.0 cmol/Kg a los 5 y 50 cm. En la estación lluviosa el mínimo valor de 4.1 cmol/Kg se registró a los 50 cm y el máximo de 5.2 cmol/Kg de 0 a 5 cm. Durante la estación seca se mantuvo constante en las tres parcelas P1, P2 y P3 hasta los 5 cm y luego varió. Mostró comportamiento similar para la estación lluviosa, pero mientras en P2 y P3 disminuyó a los 10 cm en P1 aumentó luego se comportó de manera similar en las tres parcelas (Fig. A32 a y b).

El aluminio durante la estación seca se mantuvo constante en las distintas profundidades con un valor de 0.1 cmol/Kg y durante la estación lluviosa mantuvo similar comportamiento con valores promedio que oscilan de 0.1 cmol/Kg a 0.13 cmol/Kg. En la

parcela P3 durante la estación lluviosa se mantuvo constante hasta los 5 cm y luego varió mientras en P1 y P2 registró constancia hasta los 10 cm y luego vario (Fig A33 a y b)

El manganeso en la estación seca registró el mínimo valor de 21 6 mg/l a los 20 cm y el máximo de 47 0 mg/l de 0 a 5 cm mientras que en la estacion lluviosa mostro un minimo valor de 21 3 mg/l a los 50 cm y un máximo de 41 0 mg/l de 0 a 5 cm En las parcelas durante la estación seca mostró constancia hasta los 5 cm y luego varió hay que resaltar que en P2 se registro el mayor valor en P1 y P3 su concentración fue menor en la estacion lluviosa fue similar P3 registró mayor valor de concentración (Fig A34 a y b)

El hierro durante la estación seca registró un mínimo valor 455 7 mg/l a 50 cm y un maximo de 603 3 mg/l a los 10cm para la estacion lluviosa el minimo fue 378 0 mg/l a los 10 cm y el máximo 489 6 mg/l a los 20 cm En la estación seca el huerro en las parcelas P1 P2 y P3 se mantuvo constante hasta los 5 cm luego varió a los 10cm en P1 disminuyó mientras que en P2 y P3 aumento En la estacion lluviosa se mantuvo constante hasta los 5 cm luego disminuyo en las tres parcelas a los 10 cm (Fig A35 a y b)

El zinc durante la estación seca presentó un mínimo valor de 3 3 mg/l a los 20 cm y un máximo de 11 3 mg/l de 0 a 5 cm En la estacion lluviosa el minimo valor fue 19 0 mg/l a los 10 cm y el máximo 51 0 mg/l a los 50 cm El zinc durante la estación seca se mantuvo constante hasta los 5cm de profundidad en P2 y P 1 en P1 mostró mayor concentración y en la P3 se mantuvo constante hasta los 10 cm y luego varió En la estación lluviosa se mantuvo constante hasta los 5 cm y luego varió en P2 se registró el menor valor y en P1 el mayor (Fig A36 a y b)

El cobre durante la estación seca mostró su mínimo valor de 4.3 mg/l de 0 a 5 cm y su máximo de 5.3 mg/l a los 10 y 20 cm para la estación lluviosa el mínimo valor fue 4.7 mg/l a 50 cm y el máximo de 7.7 mg/l de 0 a 5 cm de profundidad. El cobre mostró constancia hasta los 5 cm en P1 y P3 luego varió en P2 se mantuvo constante en los cuatro niveles de profundidad estudiados. En la estación lluviosa se mantuvo constante hasta los 5 cm luego varió en P1 se registró el menor valor y en P3 el mayor (Fig A37 a y b)

V 2.3 Materia orgánica en el sedimento Isla de Cañas, Tonosí

V 2.3.1 Materia orgánica sección horizontal

El análisis de materia orgánica durante la estación seca mostró el menor valor en P2 durante el mes de marzo de 6.7 % y el mayor de 23.3 % en el mes de enero para la P1 mientras que en la estación lluviosa durante el mes de octubre P3 mostró el menor valor de 1.2 % y P2 en setiembre el mayor de 19.5% (Fig A38)

V.2.3.2 Materia orgánica sección vertical del sedimento

La materia orgánica en la sección vertical del sedimento en el bosque de Manglar en Isla de Cañas mostró para la estación seca el valor mínimo de 8.5 % a 10 cm de profundidad y el máximo de 14.1 % a 50 cm. Durante la estación lluviosa el mínimo valor de 13.4 % se registro a los 50 cm y el máximo de 25.9 % a los 20 cm. En las parcelas la materia orgánica durante la estación seca y lluviosa mantuvo una constancia de 0 a 5 cm de profundidad y luego varió. Durante la estación seca en las parcelas P1 y P3 a los 10 cm disminuyó su concentración y en P2 aumentó luego en P2 y P3 mantuvo valores cercanos a 10 % y P3 mantuvo una tendencia de aumento hasta los 50 cm. En la estación lluviosa el comportamiento en P3 fue constante desde los 10 cm y en P2 desde los 20 cm. Cabe destacar que en P1

presentó una tendencia de aumento alcanzando su máxima concentración a los 20 cm y luego disminuyó a los 50 cm (Fig A39 a y b)

V 2 4 Caracterización granulométrica del sedimento en Isla de Cañas, de acuerdo a los datos obtenidos en las tres parcelas

V 2 4 1 Descripción de la granulometría de Isla de Cañas de acuerdo a los datos obtenidos en las tres parcelas

De acuerdo con el diagrama triangular de clasificación de sedimentos de Shepard (1961) modificado Holme & McIntyre (1971) que incluye las tres grandes fracciones en que fue seleccionado el sedimento (grava, arena y limo+arcilla) (Cuadro B3) este es arenoso en época seca en las tres parcelas mientras que en la época lluviosa se caracteriza por ser arenolodoso en la Parcela 1 mientras que en las otras dos parcelas la mitad del periodo lluvioso es lodo arenoso para cambiar a areno lodoso en la mitad final de esa época (Cuadro 10)

CUADRO 10 DESCRIPCIÓN GRANULOMÉTRICA DEL SEDIMENTO DE LAS PARCELAS EN ISLA DE CAÑAS DE ACUERDO AL DIAGRAMA TRIANGULAR DE SHEPARD MODIFICADO POR HOLME & MCINTYRE (1971)

	PARCELA				
Época	1	2		3	
Seca	Arenoso	Arenoso		Arenoso	
Lluviosa	Areno-lodoso	Lodo-arenoso	Areno-lodoso	Lodo-arenoso	Areno-lodoso

Caracterización

Los valores de las medidas estadísticas granulométricas gráficas indican que

Parcela 1

El material está constituido principalmente por sedimento de arena media ($M = 1.17$ febrero a 1.73 enero) en época seca y arena fina ($M_z = 2.02$ agosto a 2.66 octubre) en época

lluviosa (Cuadro B4 Fig 19) En términos generales el sedimento fue pobremente seleccionado ($\sigma = 1.19$ Con asimetría muy negativa ($Sk_1 = 0.31$ a 0.51) en época seca, con excepción de marzo ($Sk_1 = 0.27$ asimetría negativa) y octubre ($Sk_1 = -0.24$ asimetría negativa) (Cuadro B4) Finalmente presenta curva leptocurtica en enero febrero y abril ($K_G = 1.16$ a 1.07 y 1.12 respectivamente) y mesocurtica (0.95) en marzo en época seca y platicurtica ($K_G = 0.72$ a 0.84) en época lluviosa (Cuadro B4)

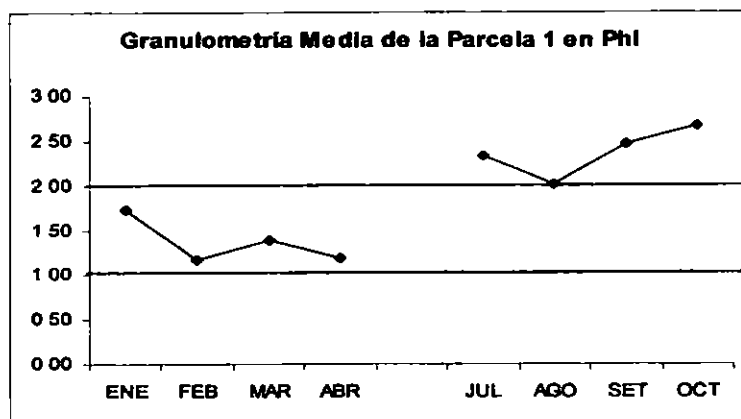


Fig 19 Granulometría media, de acuerdo con la ecuación de Folk & Ward (1957) de la Parcela 1

La estadística gráfica granulométrica indica en época seca un sedimento de arena media, sin embargo la distribución granulométrica, y principalmente la curtosis indica un material unimodal en el cual el peso de la arena fina, en el total de la granulometría, es importante proporcionalmente al resto del material (Fig 20)

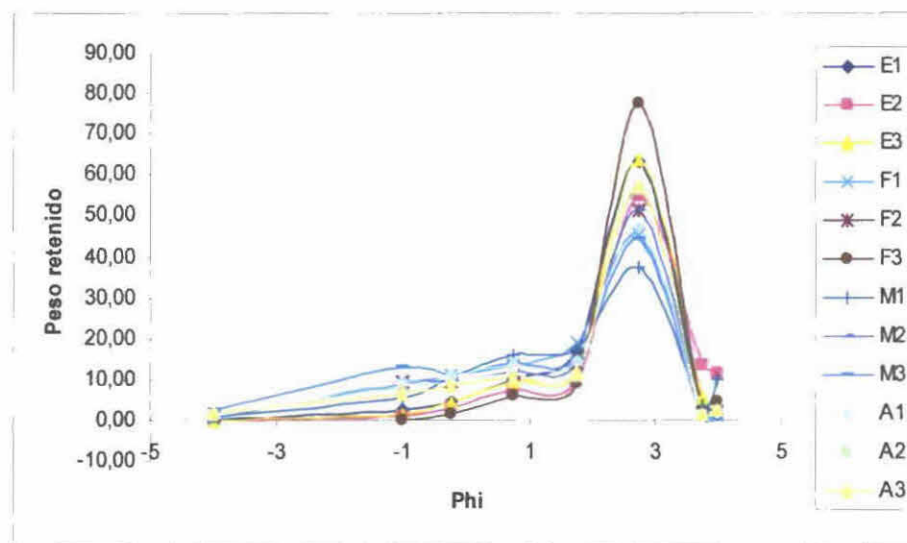


Fig. 20 Distribución granulométrica del sedimento de las tres Parcelas, Isla de Cañas, en época seca.

Mientras que en época lluviosa el sedimento es de arena fina, sin embargo, la distribución granulométrica, en especial la curtosis, indica un material bimodal, en el cual el peso del limo+arcilla en el total de la granulometría es importante proporcionalmente al resto del material, seguido por la arena fina al final de dicho período (Fig. 21).

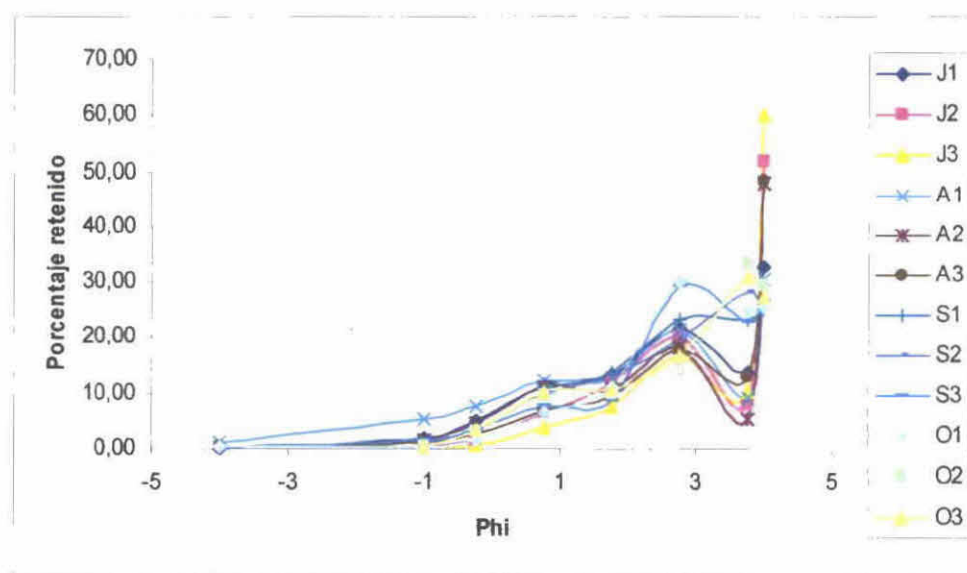


Fig. 21 Distribución granulométrica del sedimento de las tres Parcelas, Isla de Cañas, en época lluviosa.

La asimetría negativa a muy negativa nos indica la importancia del material granulométrico grosero al dejar una cola prolongada hacia ese lado de la curva, y esto evidencia la importancia de la arena de playa en la sedimentología de la zona (Fig 20 y 21)

Parcela 2

El material esta constituido principalmente por sedimento de arena media ($M_z = 1.27$ febrero a 1.52 abril) en época seca, con excepción de arena fina en enero ($M_z = 2.39$) y arena muy fina ($M_z = 3.03$ julio) a fina ($M_z = 2.54$ setiembre a 2.69 agosto) en época lluviosa (Fig 22) El sedimento fue pobremente seleccionado ($\sigma = 1.20$ a 1.81)

La curva granulométrica se presenta aproximadamente simétrica ($Sk_1 = 0.03$ enero) a asimetría muy negativa ($Sk_1 = 0.41$ a 0.88)

Finalmente hay a través del tiempo combinación de curva muy leptocurtica ($K_G = 1.79$) en enero platicurtica ($K_G = 0.79$) mesocurtica ($K_G = 1.09$) y leptocurtica ($K_G = 1.55$) en epoca seca, mientras que en época lluviosa es platicurtica ($K_G = 0.76$ a 0.88) (Cuadro B5)

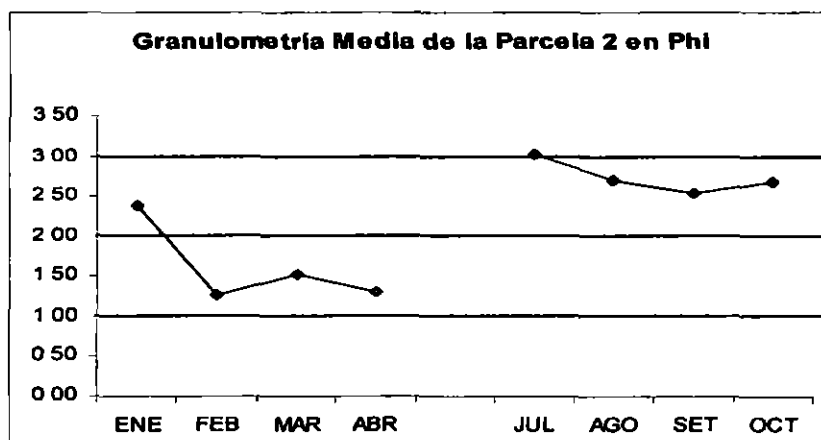


Figura 22 Granulometria media, de acuerdo a la ecuación de Folk & Ward (1957) de la Parcela 2

Parcela 3

A través del tiempo en la época seca, la granulometría del sedimento cambia entre Arena gruesa ($M_z = 0.95$ marzo) media ($M_z = 1.39$ abril y 1.93 enero) y fina ($M_z = 2.18$ febrero) mientras que en época lluviosa arena fina ($M_z = 2.57$ setiembre a 2.94 agosto) y muy fina ($M_z = 3.22$ julio) (Fig 23)

El material fue pobremente seleccionado ($\sigma = 1.15$ a 2.0) con excepción de febrero ($\sigma_i = 0.71$ moderadamente seleccionado) en época seca y moderadamente seleccionado ($\sigma_i = 1.0$ a 1.36) en época lluviosa.

La asimetría negativa ($Sk_i = 0.25$ enero) aproximadamente simétrica ($Sk_i = 0.09$ febrero) a asimetría muy negativa el resto del año

Finalmente la curtosis indica curvas muy leptocurticas (enero febrero y abril) a leptocurticas (en marzo) en época seca, mientras que en época lluviosa mesocurtica (julio agosto y setiembre) y platicurtica (octubre) (Cuadro B6)

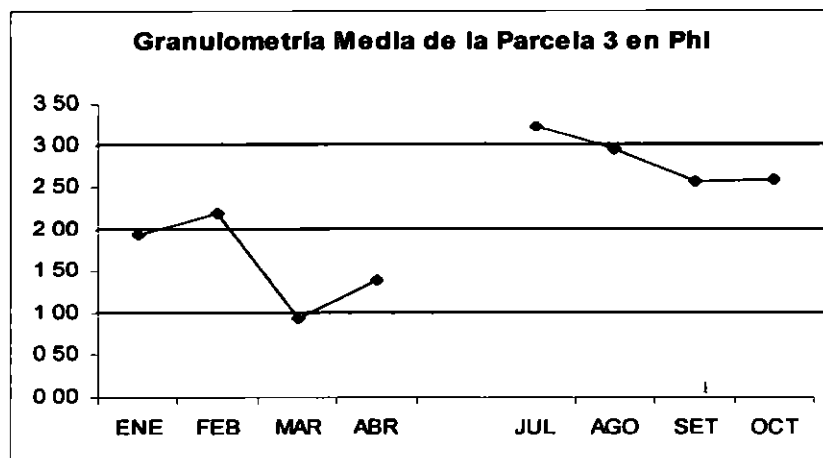


Fig 23 Granulometría media, de acuerdo a la ecuación de Folk & Ward (1957) de la Parcela 3

Los análisis estadísticos indican que no existe diferencia significativa de la granulometría entre parcelas (ANDEVA $F=0.253$ n.s.) por otro lado no existe diferencia significativa entre meses (ANDEVA $F=0.076$ n.s.) sin embargo existe diferencia estadística significativa de la granulometría de las tres parcelas entre época seca y lluviosa (Student $t=2.2660$ $p<0.05$)

V 2 4 2 Descripción de la granulometría del sedimento de Isla de Cañas, de acuerdo a los datos obtenidos en el Canal junto a las tres parcelas

Descripción

De acuerdo al diagrama triangular de clasificación de sedimentos de Shepard (1961) modificado por Holme & McIntyre (1971) (Cuadro B7) el sedimento es arenoso en época seca en las tres parcelas mientras que en la época lluviosa se caracteriza por ser lodo arenoso en la estación Canal 1 y 3 mientras que en la estación Canal 2 la mitad del periodo lluvioso es lodo arenoso para cambiar a arenoso en la mitad final de esa época (Cuadro 11)

CUADRO 11 DESCRIPCIÓN GRANULOMETRICA DEL SEDIMENTO EN EL CANAL DE ISLA DE CANAS DE ACUERDO AL DIAGRAMA TRIANGULAR DE SHEPARD MODIFICADO POR HOLME & MCINTYRE (1971)

	CANAL			
Época	1	2		3
Seca	Arenoso	Arenoso		Arenoso
Lluviosa	Lodo arenoso	Lodo-arenoso	Arenoso	Lodo arenoso

V.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL CANAL ESTUARINO EN ISLA DE CAÑAS.

V.3.1. Factores fisicoquímicos del agua en el canal estuarino en Isla de Cañas.

El pH superficial durante la estación seca en el mes de marzo en la estación CP3 mostró el valor mínimo de 6,6 y el máximo de 7,6. en CP1. Durante la estación lluviosa en CP1 en el mes de agosto se registró el mínimo valor de pH 7,3 y el máximo de 8,26 en CP3 en julio, este es el valor más alto registrado durante el periodo de estudio.

El pH mostró valores menores durante la estación seca, mientras que en la estación lluviosa aumentó ligeramente. (Fig. 24).

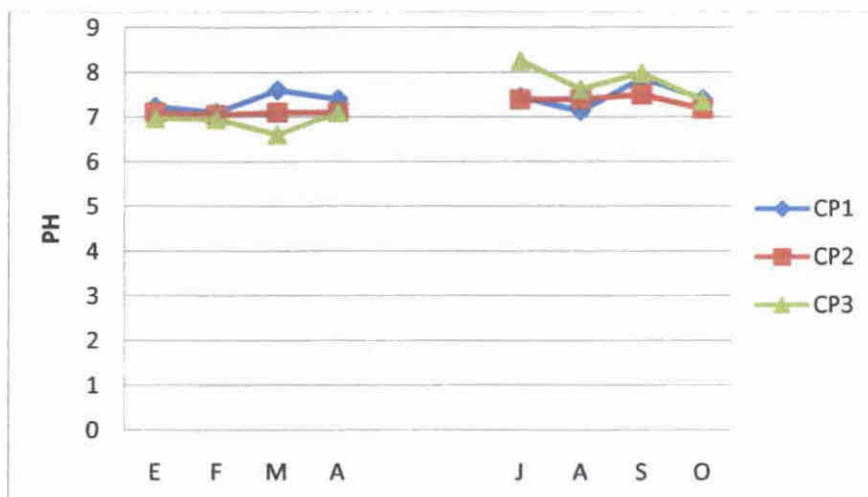


Fig. 24 pH del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3, durante las estaciones seca y lluviosa 2007.

La salinidad superficial durante la estación seca registró en el mes de abril para CP2 y CP3 un valor de 29,0 ups y el máximo de 34,0 ups en el mes de febrero en CP2 y en marzo en CP1, CP2 y CP3. Durante la estación lluviosa el menor valor de 12,0 ups se registró en el mes de agosto en la CP3 y el máximo en setiembre en CP1 con 26,0 ups.

En términos generales, el valor promedio mínimo de salinidad se registró durante la estación lluviosa, 14,3 ups, mientras que en la estación seca fue de 34,0 ups. (Fig. 25).

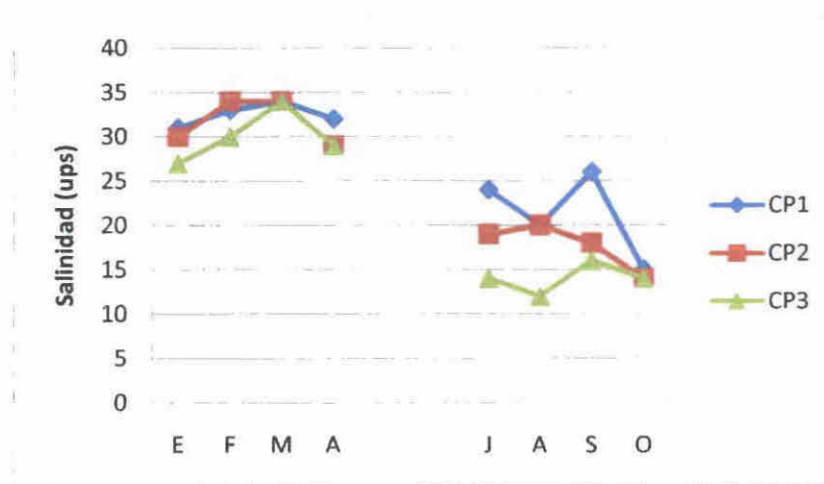


Fig. 25 Salinidad del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3, durante las estaciones seca y lluviosa 2007.

La temperatura del agua superficial registró, durante la estación seca, en el mes de marzo en la estación CP1 el valor mínimo de 24,6 °C, mientras que en abril en CP2 y CP3 mostró el máximo de 27,9 °C. Durante la estación lluviosa en el mes de julio en CP3 la temperatura fue 26,0 °C, menor valor y para el mes de setiembre se presentó en CP1 el máximo valor de 27,9 °C. La temperatura se mantuvo para todo el periodo dentro de un ámbito de 25,9 °C a 27,9 °C, mostró poca variación, marzo registró el menor valor de 24,6°C y el máximo, setiembre con 27,9 (Fig. 26).

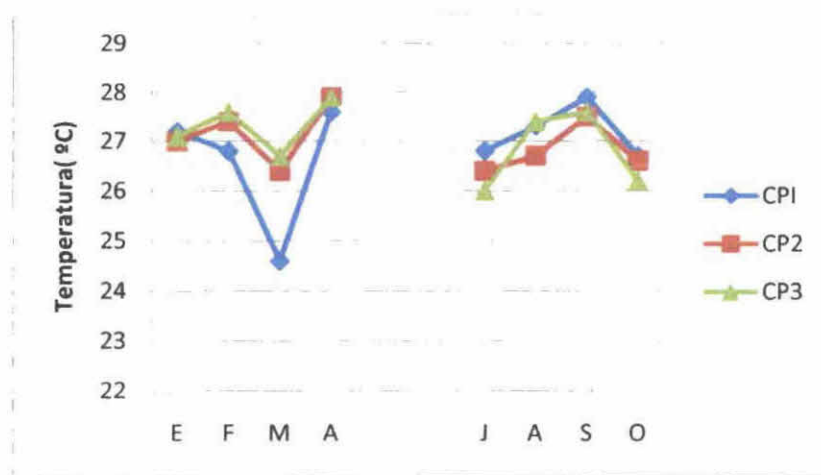


Fig. 26 Temperatura del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3, durante las estaciones seca y lluviosa 2007.

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto superficial durante la estación seca el valor mínimo se registro en abril en CP2 y CP3 con 3,3 mg/l, mientras que el máximo se obtuvo en marzo en CP1 con un valor de 6,8 mg/l. Durante la estación lluviosa, en agosto la CP2 presentó el mínimo de 3,14 mg/l y en el mismo mes en CP1 se registró el máximo de 4,20 mg/l.

El valor promedio de oxígeno disuelto en la estación lluviosa fue de 3,8 mg/l, mientras que durante la estación seca presentó un valor de 4,9 mg/l. (Fig. 27).

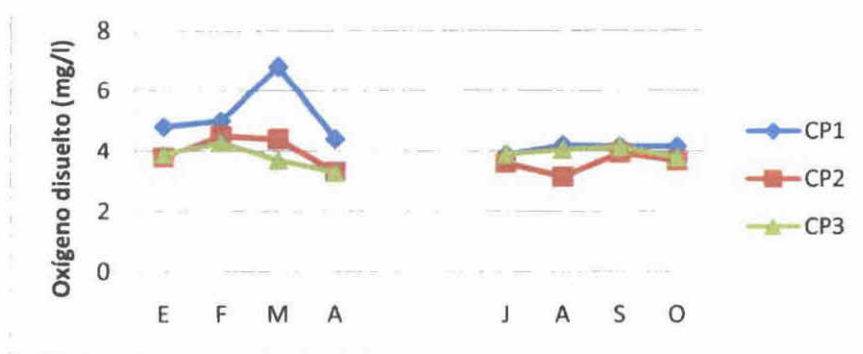


Fig.27. Oxígeno disuelto en el agua del canal estuarino en los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3, durante las estaciones seca y lluviosa 2007.

La alcalinidad durante la estación seca, en abril para CP1 y CP3 registró el mínimo valor de 96,0 mg/l y en febrero el máximo de 130,4 mg/l en CP3. Durante la estación lluviosa se registró en octubre el mínimo valor en CP3 de 64,8 mg/l y en julio el máximo de 98,0 mg/l en CP3 (Fig. 28).

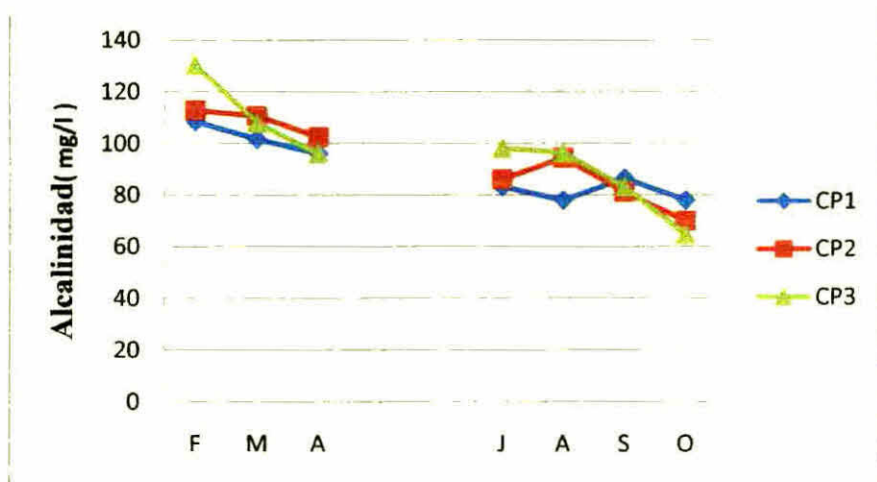


Fig. 28 Alcalinidad del agua en el canal estuarino en los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3, durante las estaciones seca y lluviosa 2007.

V.3.2. Análisis estadístico del comportamiento de los minerales en el agua del canal estuarino en Isla de Cañas.

La prueba de Kruskal Wallis para la concentración de minerales en el agua estuarina entre los meses de muestreo indica diferencias significativas ($p < 0,05$) para todas las variables, con excepción del fósforo que no varió. (Cuadro 12).

Cuadro 12. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS PARA LAS CONCENTRACIONES MINERALES DEL AGUA ESTUARINA ENTRE LOS MESES DE MUESTREO EN ISLA DE CAÑAS.

KW	N	K	P	Ca	Mg	Na	Cl	Mn	Fe	Zn	Cu
H	19.549	16.725	.000	18.120	14.476	18.993	18.228	16.212	19.587	19.200	19.632
p	meses	.003	0.010	1.0	.006	.025	.004	.006	.013	.003	.003

La prueba de Kruskal Wallis para la concentracion de los minerales con respecto a los puntos de muestreo (CP1 CP2 y CP3) indica que no se presento diferencia significativa, ($p > 0.05$) (Cuadro 13)

Cuadro 13 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS PARA LAS CONCENTRACIONES MINERALES DEL AGUA ESTUARINA ENTRE LOS PUNTOS DE MUESTREO (CP1 CP2 Y CP3) EN EL CANAL ESTUARINO FRENTE A LAS PARCELAS DE ESTUDIO EN ISLA DE CANAS

KW		N	K	P	Ca	Mg	Na	Cl	Mn	Fe	Zn	Cu
H		110	1 974	1 232	897	1 999	030	941	674	489	457	528
P	Ptos de muestreo	946	540	373	639	368	985	625	714	783	796	768

La prueba U Mann Whitney mostro que los minerales con valores significativos fueron fosforo magnesio zinc y cobre lo que indica que no hay diferencia significativa entre los niveles de concentracion de estos en cuanto a las estaciones seca y lluviosa (Cuadro 14)

Cuadro 14 RESULTADOS DE LA PRUEBA U MANN WHITNEY PARA LA CONCENTRACION DE MINERALES EN EL AGUA ESTUARINA DE ISLA CANA ENTRE ESTACION SECA Y ESTACION LLUVIOSA

U M.W		N	K	P	Ca	Mg	Na	Cl	Mn	Fe	Zn	Cu
U		0,000	6,500	54,000	0,000	36,000	26,000	0,000	15,000	0,000	42,000	23 000
p	Estación	000	0 001	1 000	0 000	0.201	0 046	0 000	0 002	0 000	0.334	0 126

V 3.3 Nutrientes en el agua estuarina

El silicato superficial registro un valor promedio de 7.97 mg at/l con un valor mínimo en CP3 de 6.52 mg at/l y un máximo en CP2 de 9.25 mg at/l durante la estación seca

mientras que en la estación lluviosa registró un promedio de 13 87 mg at/l con un mínimo en la CP3 de 9 43 mg at/l y un máximo en CP2 de 19 35 mg at/l (Cuadro 15)

El fosfato superficial registró un valor promedio de 0 34 mg at/l con un mínimo en CP2 de 0 12 mg at/l y un máximo de 0 54 mg at/l en CP1 durante la estación seca, mientras que en la estación lluviosa registro un valor promedio de 1,25 mg at/l con un mínimo en CP3 0 89 mg at/l y un máximo en CP2 de 1 76 mg at/l (Cuadro 15)

El nitrato superficial registró un valor promedio de 2 02 mg at/l con un mínimo en CP2 de 0 98 mg at/l y un máximo de 3 25 mg at/l en CP1 durante la estación seca, mientras que en la estación lluviosa registró un valor promedio de 3 00 mg at/l un mínimo de 2 09 mg at/l en CP1 y un máximo de 3 14 mg at/l en CP2 (Cuadro 15)

Cuadro 15 **CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES DEL AGUA ESTUARINA EN ISLA DE CAÑAS POR PARCELAS Y ESTACIÓN**

Canal	Estación	Silicatos (mg at/l)	Fosfatos (mg at/l)	Nitratos (mg at/l)
CP1	Seca	8,15	0,54	3,25
CP2	Seca	9,25	0,12	0,98
CP3	Seca	6,52	0,36	1,83
Promedio	seca	7,97	0,34	2,02
CP1	Lluviosa	12,84	1,09	2,09
CP2	Lluviosa	19,35	1,76	3,14
CP3	Lluviosa	9,43	0,89	2,56
Promedio	Lluviosa	13,87	1,25	3,00

La prueba U Mann Whitney para los niveles de Nitrato Silicato y Fosfato indica que no existe diferencia significativa en cuanto a la variación de las concentraciones de estos nutrientes entre la estación seca y la lluviosa Nitrato ($U=30$ y $p=0.513$) Silicato ($U=0.000$ y $p=0.050$) fosfato ($U=0.050$ y $p=0.000$) (cuadro 16)

Cuadro 16

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE U MANN WHITNEY PARA LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES Y CLOROFILA A EN EL AGUA ESTUARNA EN ISLA CAÑAS ENTRE LA ESTACION SECA Y ESTACIÓN LLUVIOSA

Estaciones	Clorofila	Nitrato	Silicato	Fosfato
P	0,184	0,513	0,050	0 050
U MW	1,5	3,0	0 000	0 000

V.3 4 Concentración de clorofila en el agua del canal estuarino en los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3, durante la estación seca y la lluviosa.

La clorofila registró un valor promedio de 2 3 mg/l con un mínimo en CP2 de 1 2 mg/l y un máximo en CP3 de 3 2 mg/l durante la estación seca, mientras que en la estación lluviosa registró un promedio de 1 mg/l con un mínimo en CP2 de 0 67 mg/l y un máximo en CP1 de 1 7 mg/l (Fig 29)

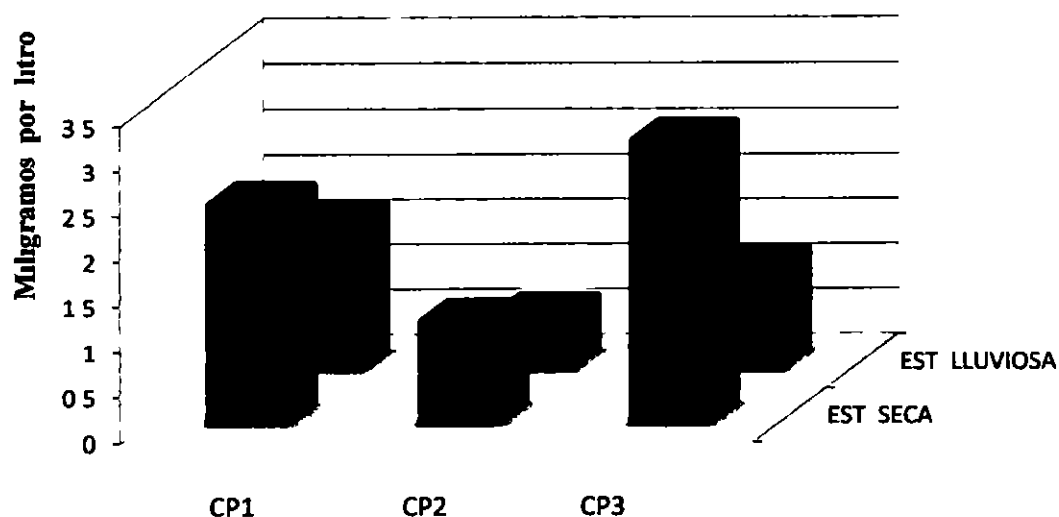


Fig 29 Concentración de clorofila en el agua del canal estuarino en los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3, durante la estación seca y la lluviosa 2007

La prueba U Mann Whitney para los niveles de Clorofila, indica que no hay diferencia significativa entre la estación seca y la lluviosa ($U=1.5$ y $p=0.184$)

V.3.5 Análisis microbiológico

La determinación en el agua del canal estuarino en Isla de Cañas de coliformes totales y fecales dio positivos en todas las estaciones de muestreo. Los resultados obtenidos de los conteos de colonias de coliformes del agua en los tres puntos de muestreo en el canal estuarino durante la estación seca mostró el menor valor de 2.3×10^2 ufc/100 ml en CP1 y el mayor valor en CP3 de 3.0×10^3 ufc/100 ml mientras que en la estación lluviosa los valores oscilaron en los tres puntos de muestreo de 1.3 a 2.5×10^5 ufc/100 ml (Cuadro 17)

CUADRO 17 ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DEL CANAL ESTUARINO EN ISLA DE CANAS

Parámetro	ESTACION SECA			ESTACIÓN LLUVIOSA		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
Conteo de colonias coliformes total (ufc/100ml)	2.3×10^2	2.0×10^3	3.0×10^3	1.3×10^5	2.3×10^5	2.5×10^5
Conteo de colonias coliformes fecal (ufc/100ml)	00	00	00	<1	<1	100

En cuanto al número de coliformes totales entre los puntos de muestreo CP1, CP2 y CP3 según la prueba de Kruskal Wallis indicó que no existe diferencia ($H=1.143$ y $p=0.565$)

Al comparar el comportamiento de las concentraciones de coliformes totales entre las estaciones seca y lluviosa indica que no existió diferencia significativa ($U = 0.000$ y $p = 0.05$)

En cuanto al numero de coliformes fecales entre los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 segun la prueba de Kruskal Wallis indico que no existe diferencia significativa ($H = 0.250$ y $p = 0.882$)

Al comparar el comportamiento de las concentraciones de coliformes fecales entre las estaciones seca y lluviosa indica que existió diferencia significativa ($U = 0.000$ y $p = 0.034$)

V 4 CARACTERIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS (Mn, Fe, Zn Y Cu) EN SEDIMENTO AGUA ESTUARINA Y TEJIDO FOLIAR DE *Rhizophora mangle* L

V 4.1 Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn, Fe, Zn y Cu) en sedimento

La concentración media de manganeso (Mn) durante la estación seca registró un valor mínimo de 60.0 mg/kg en P1 y un máximo de 105.5 mg/kg en P2 mientras que en la estación lluviosa registró un valor mínimo de 41.0 mg/kg en P1 y un máximo de 71.0 mg/kg en P2 (Fig. 30)

La concentración media de hierro (Fe) mostro en ambas estaciones cierta estabilidad al mantenerse sus valores entre 1.7 y 2.2 mg/kg (Fig. 30)

La concentración media de zinc (Zn) registró durante la estación seca un valor mínimo de 13.1 mg/kg en P1 y un máximo de 26.0 mg/kg mientras que en la estación lluviosa registró un valor mínimo de 13.0 mg/kg en P1 y un máximo de 22.5 mg/kg en la P3 (Fig. 30)

La concentración media de cobre (Cu) registró para la estación seca un valor mínimo de 20,5 mg/kg en P2 y el máximo valor de 30,5 mg/kg en P3, mientras que en la estación lluviosa se registró el mínimo valor de 13,4 en P2 y el máximo valor de 27,0 en P3. (Fig.30)

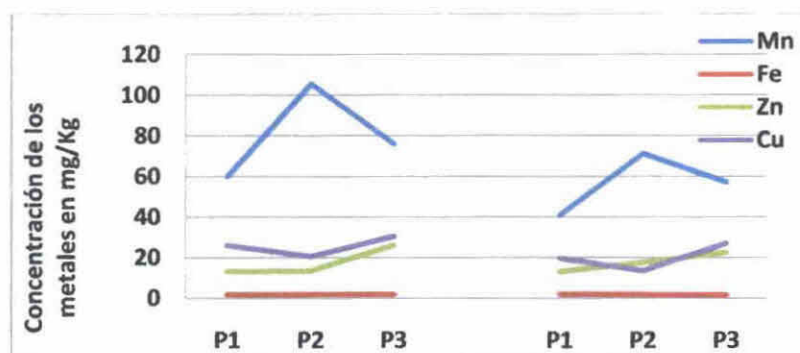


Fig. 30 Metales pesados en sedimentos del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas y su concentración P1, P2 y P3 durante la estación seca y lluviosa 2007.

En el sedimento del manglar en Isla de Cañas, según los resultados obtenidos, durante la estación seca hay mayor concentración de Mn, que en la estación lluviosa, el resto de los metales pesados fueron similares en las concentraciones para ambas estaciones (Fig. 31).

Al tomar como referencia la mediana para la concentración de los metales pesados en el sedimento y comparar estas, el orden de las concentraciones en ambas estaciones fue: $Mn > Cu > Zn > Fe$ (Fig. 31),

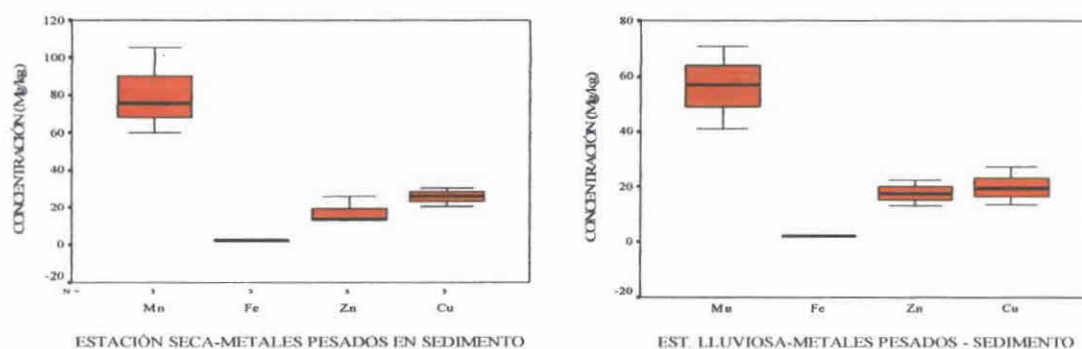


Fig. 31 Comparación de las concentraciones metales pesados en sedimentos del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 2007.

V 4 2 Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn Fe Zn y Cu) en agua del canal estuarino

La concentración media de manganeso (Mn) durante la estación seca registró un mínimo valor de 0.01 mg/l en CP2 y CP3 y un máximo de 2.5 mg/l en CP1 mientras que en la estación lluviosa se registró un mínimo de 1.2 mg/l en CP1 y un máximo de 2.5 mg/l en CP2 (Fig 32)

La concentración media de hierro (Fe) mostro en la estación seca un mínimo valor 10.5 en CP3 y máximo de 90.0 mg/l en CP1 mientras que en la estación lluviosa registro un mínimo de 2.5 mg/l y un máximo de 57.5 mg/l (Fig 32)

La concentración media de zinc (Zn) durante la estación seca registró el valor mínimo de 10.0 mg/l para CP1 y CP2 y el máximo de 15.0 mg/l en CP3 mientras que en la estación lluviosa se registro el valor de 7.5 mg/l en la tres parcelas (Fig 32)

La concentración media de cobre durante la estación seca registró una constancia en las tres parcelas con un valor de 2.5 mg/l mientras que en la lluviosa registro como mínimo 2.5 mg/l en CP2 y CP3 y el valor máximo de 3.7 mg/l en CP1 (Fig 32)

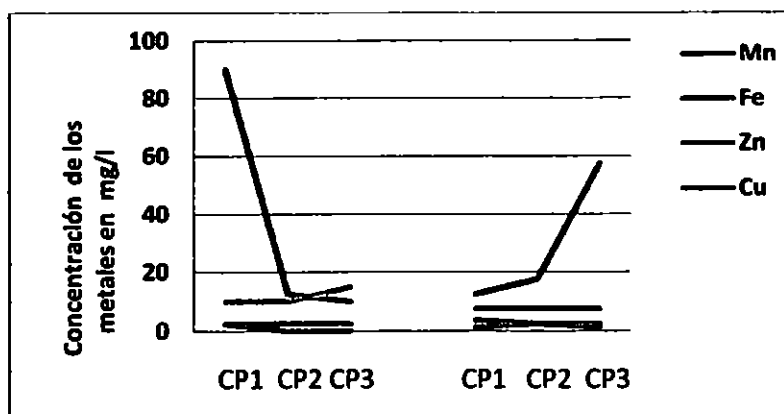


Fig 32 Metales pesados en el agua del canal estuarino en Isla Caña y su concentración en los puntos de muestreo CP1 CP2, y CP3 durante la estación seca y lluviosa

En el agua del canal estuarino en Isla de Cañas según los resultados obtenidos, durante la estación seca y lluviosa se registró mayor concentración de Fe, el resto de los metales pesados fueron similares en cuanto a las concentraciones en ambas estaciones (Fig.33).

Al tomar como referencia la mediana para la concentración de los metales pesados en las aguas estuarinas y comparar estas, el orden de las concentraciones en ambas estaciones fue: Fe>Zn>Cu>Mn (Fig. 33),

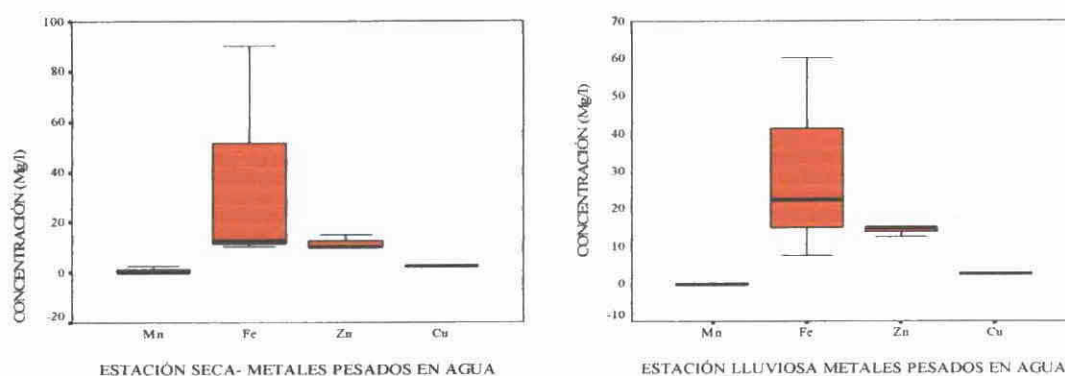


Fig. 33 Comparación de las concentraciones metales pesados en el agua del canal estuarino en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 2007.

V.4.3. Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn, Fe, Zn y Cu) en el tejido foliar *Rhizophora mangle* L.

La concentración media de manganeso (Mn) durante la estación seca registró un valor mínimo de 140 mg/kg en P1 y un valor máximo de 187,5 mg/kg en P2, mientras que en la estación lluviosa registró un mínimo de 142,5 mg/kg en P3 y un máximo de 172,5 mg/kg en P2 (Fig. 34).

La concentración media de hierro (Fe) mostró en la estación seca el valor mínimo de 30.0 mg/kg y un máximo valor de 97.5 mg/kg en P2, mientras que la estación lluviosa registró un mínimo valor de 60,0 mg/kg en P2 y un máximo valor de 87,5 mg/kg en P1 (Fig. 34).

La concentración media de zinc (Zn) durante la estación seca registró en P1 y P3 el mínimo valor de 2.5 mg/kg y un máximo de 10,0 en P1, mientras que en la estación lluviosa registró un valor mínimo de 10,0 mg/kg en P2 y un máximo en P1 de 15.0 mg/kg (Fig. 34).

La concentración media de cobre no mostró diferencias entre las parcelas y estaciones al mantenerse una concentración de 5 mg/kg. (Fig. 34).

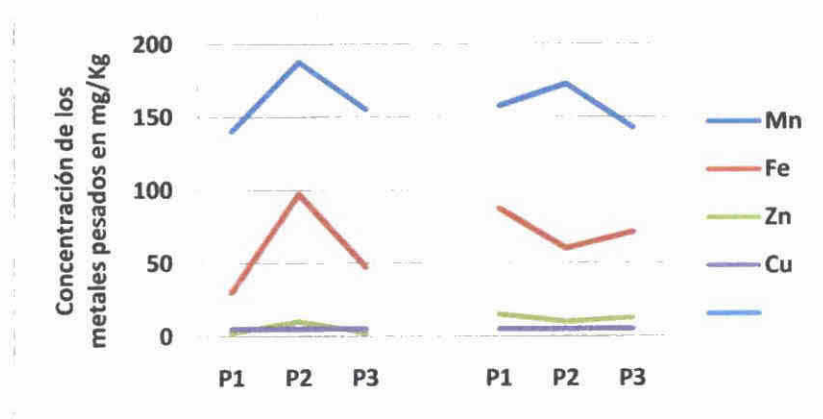


Fig. 34 Metales pesados en tejido foliar de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas y su concentración P1, P2 y P3 durante la estación seca y lluviosa.

En el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas según los resultados obtenidos, durante la estación seca se registró la mayor concentración de Mn y Fe y en la estación lluviosa se registró la de Zn, mientras que el cobre no varió las concentraciones en ambas estaciones (Fig. 35).

Al tomar como referencia la mediana para la concentración de los metales pesados en el tejido foliar y comparar estas, el orden de las concentraciones en ambas estaciones fue: $Mn > Fe > Zn > Cu$. (Fig. 35).

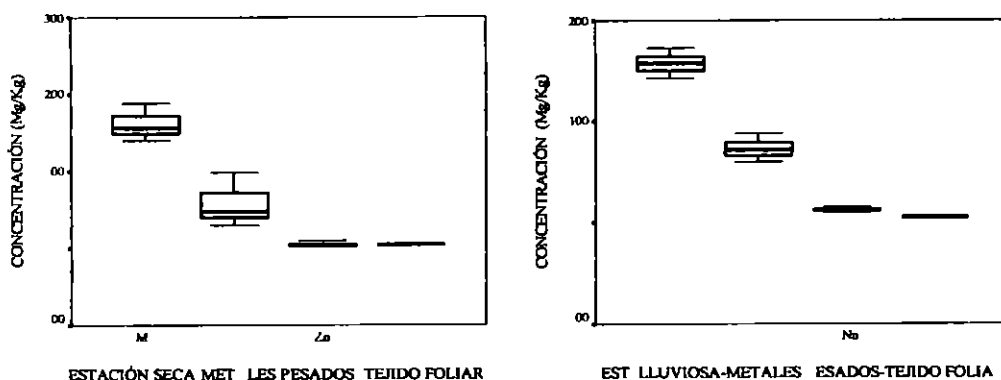


Fig 35 Comparación de las concentraciones de metales pesados en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa 2007

V 5 CARACTERIZACIÓN FITOPATOLÓGICA DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CANAS

V.5 1 Herbivoria

V 5 1 1 Porcentaje de hojas con afectación

En los resultados obtenidos para la afectación en numero de hojas por plántulas de *Rhizophora mangle* L por herviboria en las cuatro subparcelas se pudo observar que en la subparcela1 de la P1 durante la estacion seca se contabilizó un total de 50 hojas de las cuales 14 estaban afectadas lo que hace un 28 0 % durante la estación seca, mientras que en la estacion lluviosa se contabilizaron un total de 69 hojas 19 afectadas para un 27 5 % de afectación en la subparcela 2 de P1 en la estación seca se contabilizaron 64 hojas de las cuales 29 presentaron afectación con un 45 3 % y en la lluviosa se contabilizaron 59 hojas donde 27 presentaron afectación con un 45 8 % la subparcela 3 de P1 durante la estación seca presento 50 hojas de las cuales 7 tenian afectación para un 14 0 % mientras que en la lluviosa se contabilizaron 53 hojas de las cuales 25 estaban afectadas para un 47 1 % de afectación y la subparcela 1 de la parcela 3 durante la estación seca se contabilizaron 20 hojas de las cuales 5 presentaron afectacion para un 25 % y durante la lluviosa se contabilizaron 28 hojas de estas 8 estaban afectadas para un 28 6 % (Fig 36 a y b)

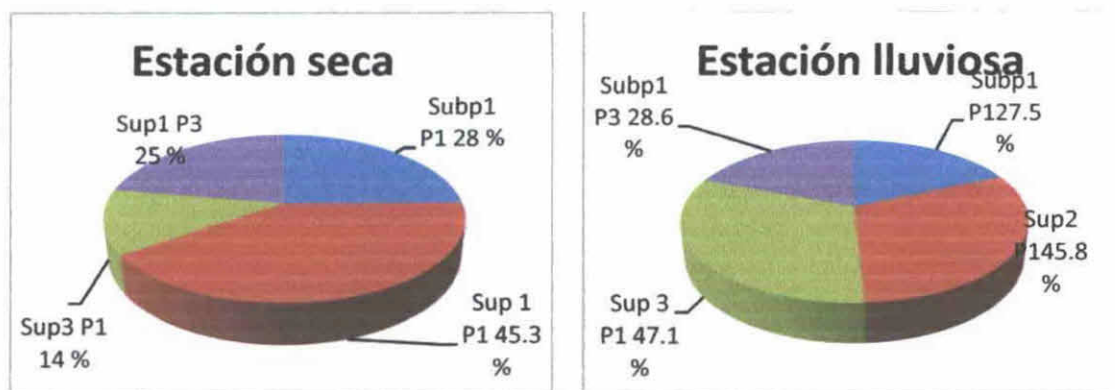


Fig. 36 a y b Porcentaje de hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L. con afectación por herbivoría en Isla de Cañas.

En total durante la estación seca 184 hojas fueron contabilizadas de las cuales 55 estaban afectadas lo que registró un 29,9 % y durante la estación lluviosa 209 hojas fueron contabilizadas, donde 99 presentaron afectación para un 47,4 % de hojas con herbivoría.

V.5.1.2. Porcentaje de área foliar consumida.

El área foliar consumida por herbívoros en las plántulas de *Rhizophora mangle* L. en la subparcela 1 de la P1 durante la estación seca fue de 58,0 cm², lo que corresponde al 25,4 % y en la lluviosa el área consumida fue 91,7 cm², lo que hace el 12,8 %, mientras que la subparcela 2 de la P1 en la estación seca el área foliar consumida fue 130,5 cm², lo que hace un 22,1 % y en la lluviosa 65,5 cm², lo que corresponde al 14,8 %, la subparcela 3 de la P1 en la estación seca registró un área foliar consumida de 26,0 cm², lo que corresponde al 24,1 % y en la lluviosa 48,2 cm², lo que hace el 10,0 % y en la subparcela 1 de la P3 durante la estación seca el área foliar consumida fue de 20,0 cm², lo que corresponde al 20,6 % y durante la lluviosa el área foliar consumida fue de 45,0 cm², lo que corresponde al 22,4 % (Fig. 37).

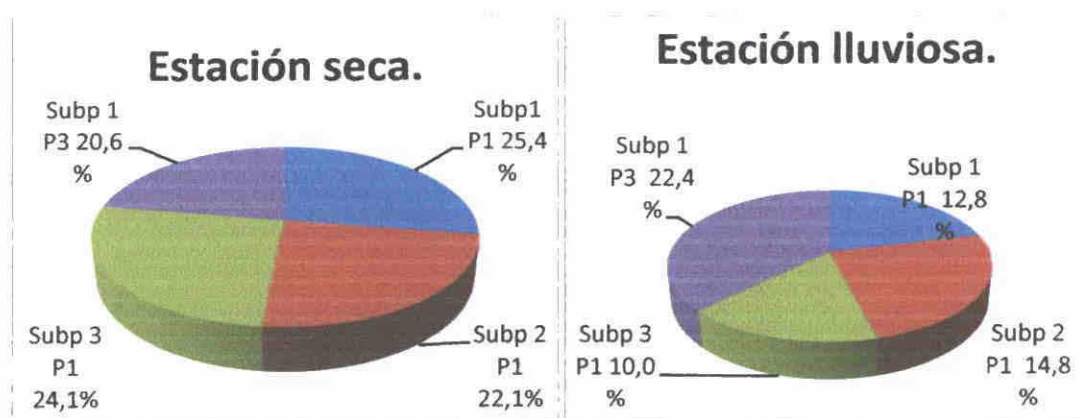


Fig. 37 a y b. Porcentaje de área foliar de las plántulas de *Rhizophora mangle* L. con afectaciones por herbivoría en Isla de Cañas.

Durante la estación seca el área foliar estudiada fue de 1023,0 cm² del cual se consumió por herbivoría 234,0 cm², lo que corresponde al 22,9 %, mientras que en la estación lluviosa el área foliar estudiada fue de 1838,4 cm², del cual el consumo por herbivoría fue 250,4 cm², lo que correspondió a un 13,6 %.

V.5.2. Efectos de hongos sobre *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

Los resultados demostraron la presencia de hongos en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en los meses de muestreos, entre ellos *Cytospora rhizophorae*, *Cilindrocarpon sp* y *Phoma sp*. Cabe mencionar la presencia de basidiomicetos (orejas), no identificados en esta investigación.

El hongo *Cytospora rhizophorae* se registró sobre troncos de árboles muertos caídos con alta representatividad y en árboles vivos en pequeñas concentraciones. Una característica muy particular son sus risos color naranja que guindan del tronco (Fig.38).



Fig. 38 Vista de *Cytospora rhizophorae* sobre tronco de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

También se determinó la presencia del hongo *Cilindrocarpon* sp al encontrar malformaciones producto del mismo, en ramas y raíces de *Rhizophora mangle* L. (Fig. 39 a, b y c).

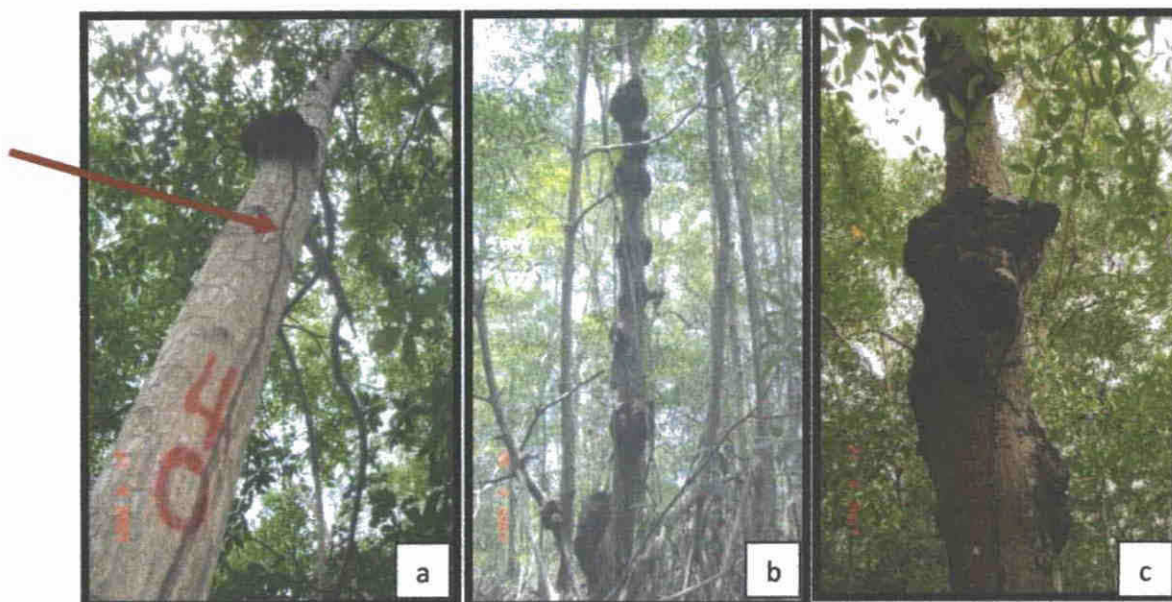


Fig. 39 a, b y c Malformaciones causadas por *Cilindrocarpon* sp en troncos, ramas y raíces de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

El hongo microscópico *Phoma* sp se localizó en las hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L. en las secciones foliares necróticas de color chocolate (a) (Fig. 40).

Las observaciones nos permitieron determinar una alta incidencia de este hongo sobre las hojas de las plántulas, donde la sintomatología fueron manchas fúngicas de color café (a) , también se encontraron manchas amarillas (b) que son causadas por bacterias (Fig. 40) y que no se identificaron en esta investigación (Fig. A 40) y presencia de escama (Fig. A 41).

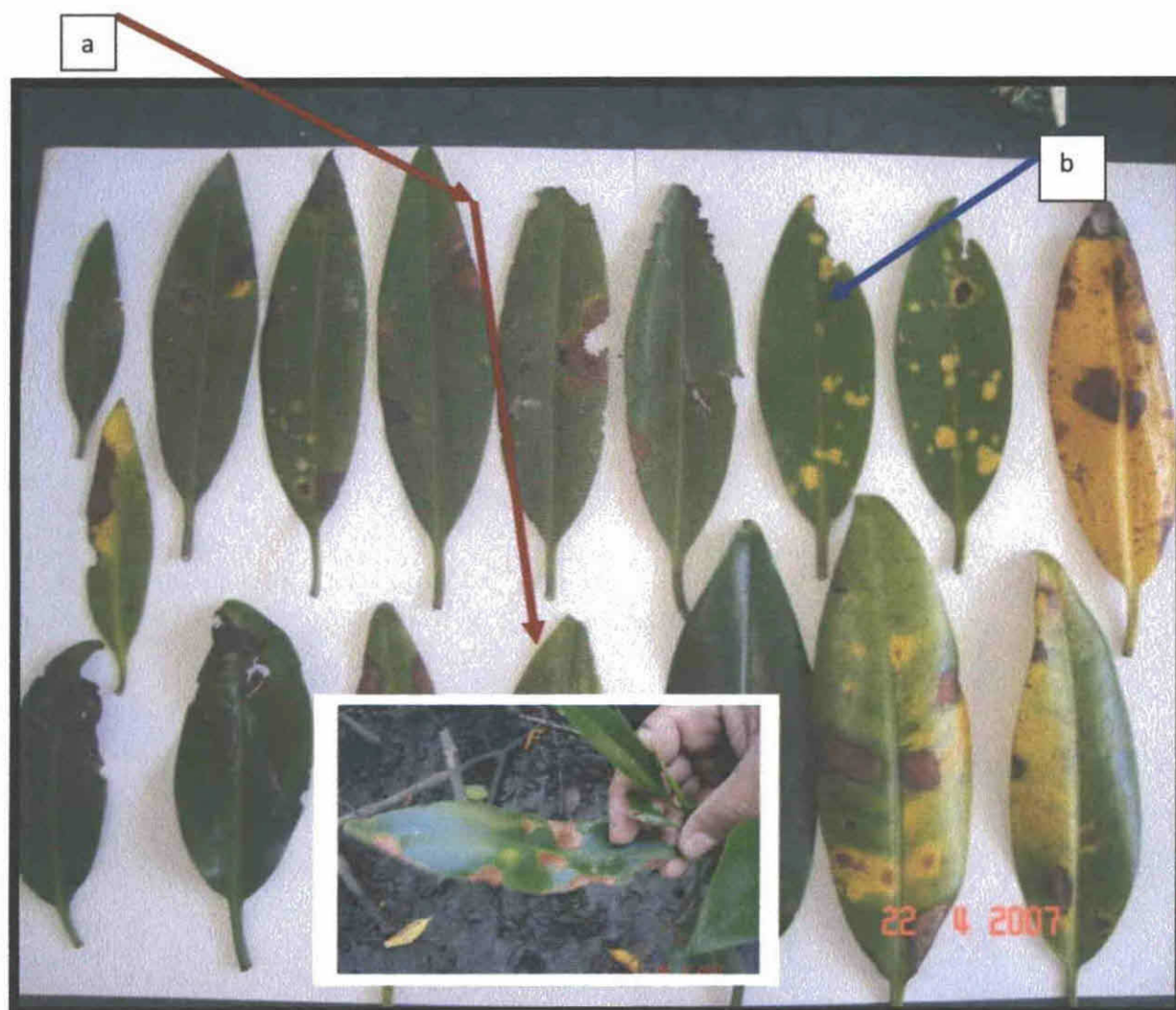


Fig. 40 Hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L. de Isla de Cañas con afectaciones fúngicas y bacteriológicas.

El hongo *Phoma* sp. afecta el tejido foliar de las plántulas de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas (Fig. 41).



Fig. 41 Vista microscópica de *Phoma* en tejido foliar de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

V.6. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PAPEL QUE JUEGAN LOS RECURSOS DEL MANGLAR EN BENEFICIO DE LOS USUARIOS EN ISLA DE CAÑAS, TONOSÍ.

V.6.1. Recursos florísticos del manglar de importancia en Isla de Cañas para los usuarios.

Los resultados obtenidos indicaron que las especies vegetales de importancia para los usuarios en el bosque de manglar en Isla de Cañas son: *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Pelliciera rhizophorae* (Cuadro 18).

Cuadro 18 RECURSOS VEGETALES OBTENIDOS DEL MANGLAR Y QUE BRINDAN BENEFICIOS A LA COMUNIDAD DE ISLA DE CANAS

RECURSO	Planta de extracción	ESPECIE	CANTIDAD
Leña	Mangle boton	<i>Conocarpus erectus</i>	P
	Mangle negro	<i>Avicennia germinans</i>	
	Mangle blanco	<i>Lguncularia racemosa</i>	
	Mangle piñuelo	<i>Pelliciera rhizophorae</i>	
	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	
Astillas o estacones para cercas	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	MP
Solera o cadenas	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	MP
Varas o barrotes	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	MP
Horquetas	Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	MP

M= Mucho P = Poco MP= Muy poco

De las especies utilizadas para leña, de los analisis de los datos obtenidos se desprende que tienen preferencia por *Rhizophora mangle* L. Otros usos llevan a la extraccion de troncos de árboles jóvenes (Fig 42)



Fig. 42 Extracción de varas de arbustos de *Rhizophora mangle* L. para uso doméstico por los usuarios del manglar en Isla de Cañas.

Una vez secos son utilizados como: astillas o estacones para cercas, solera o cadenas, varas o barrotes y horquetas, según sea la necesidad, no importa si es estación seca o lluviosa. Estos recursos son utilizados para mantenimiento de sus viviendas, cercas o como combustible en la cocina, todas estas actividades son de subsistencia, no se reportó comercialización de los mismos por los entrevistados. (Cuadro B8).

Cabe señalar que los entrevistados manifestaron que no se extrae cáscara (corteza para taninos) actividad que fue intensiva en épocas pasadas, pero con la creación del Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas fue abolida, de igual forma no se extrae carbón. La extracción de los recursos del manglar por la comunidad es regulada según las disposiciones de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), la cual tiene una sede en Isla de Cañas.

V.6.2. Recursos faunísticos de importancia económica para los Usuarios del manglar en Isla de Cañas.

V.6.2.1. Número y porcentaje de especies animales con importancia económica.

Se registró que hay 37 especies animales importantes para la subsistencia de los pobladores (Cuadro B9). Los crustáceos representan el 13,5%, los pelecypodos el 16,2%, los peces el 43,2%, los reptiles el 5,4%, las aves 19,0% y los mamíferos el 2,7%. Se determinó que los peces son el grupo con mayor número de especies utilizadas por los isleños (Fig. 43).

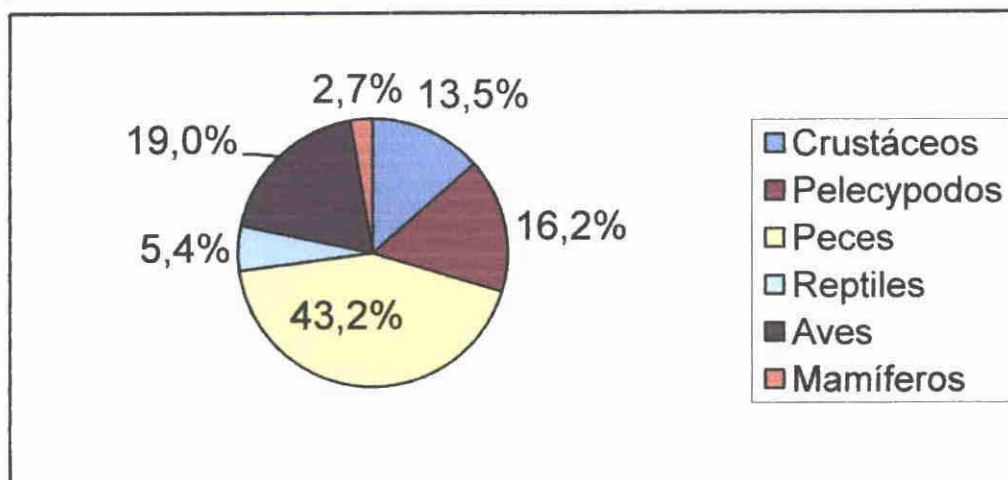


Fig. 43 Porcentaje de especies animales con importancia económica para los usuario del manglar en Isla de Cañas.

Se determinó que los crustáceos son utilizados para la dieta hogareña como medio de subsistencia, pero hay 3 especies que salen al mercado local y regional como lo es el cangrejo panameño que llega hasta los mercados de la capital. Sólo se captura en los meses de junio y julio. También dos especies de camarones, en especial el blanco o langostino que es muy apreciado localmente y cuando hay una pesca representativa se distribuye en los mercados regionales de Tonosí y Las Tablas, especialmente en los meses de setiembre y octubre. (Cuadro B10).

En el caso de los moluscos sobresale la concha negra (*Anadara tuberculosa* y en menor numero *Anadara similis*) (Fig 44)



Fig. 44 Conchero de *Anadara tuberculosa* y *similis* extraídas del manglar en Isla de Cañas para el consumo

Estas especies son utilizadas para la subsistencia y también se indicó que la concha negra tiene un gran mercado llegando hasta la ciudad capital. Es colectada todo el año y es muy bien cotizada en el mercado. El análisis de los datos nos permitió señalar que la hachita, cocállica o casco de burro, concha miona, concha blanca y longorones son utilizados para la subsistencia. Se considero la hachita con carne de mejor calidad que la concha prieta (cuadro B11)

La mayoría de las especies de peces son utilizadas para la subsistencia, pero cuando hay buena captura se mercadea especialmente en Bucaro, Tonosí, Las Tablas y pueblos aledaños (Cuadro B12)

El grupo de los reptiles lo represento la iguana verde (blanca para los isleños) y la negra, dos especies que representan el 5.4% del total de especies reportadas de interés económico. Según los entrevistados, éstas son capturadas especialmente entre enero y febrero.

de cada año la caza es esporádica y son para el consumo en el hogar. Cabe señalar que algunos crían neonatos de iguana blanca y luego los liberan en la isla.

Las aves de consumo según los entrevistados solo son para la subsistencia de los hogares. Con respecto a los usados como mascotas tenemos a los psitacidos (pericos y loros) pero no es común encontrarlos en las viviendas según lo observado (Cuadro B13).

El grupo de los mamíferos es el menos utilizado ya que solo se menciona el gato manglatero o manglarejo. Este se caza muy poco y pocos lo consumen; de él se extrae la piel que es utilizada para la confección de tambores y cajas usados en los carnavales y fiestas regionales. Es común ver este animal en la época de cosecha de sandía y mango, situación que se aprovecha para darle caza; algunos lo consideran plaga.

V 6 2 2 Métodos de captura

Para la captura y colecta de animales en el ecosistema de manglar en Isla de Cañas son utilizados diversos instrumentos entre los que se menciona para la colecta de cangrejos usan sus manos y el apoyo de una horqueta; en la captura de jaibas el chuzo o red; los camarones con atarrayas; las conchas con la mano; los longorones con machete, pala, coa y el uso ocasional de cal; los peces con anzuelo o trasmallo; además para las corvinas utilizan cuerda de araña de plomo, trasmallo; las lisas con fijas, mas lampara o trasmallo mas lampara; para la caza de iguanas (negra o verde) utilizan sus manos, hilo, biombo, rifle o perros; las aves de consumo se cazan con biombo o rifles; las aves para mascotas con biombos o capturando las crías en los nidos; el gato manglarejo se caza con biombo, rifles o perros; además el estudio permitió determinar que la mayoría de las especies cuyo hábitat es el agua del canal estuarino son capturadas en marea baja o creciente ya que, según los usuarios, es

cuando se registra mayor abundancia como es el caso de los peces y los que tienen de hábitat el sedimento como los pelecypodos se capturan en marea baja en especial en mareas de sizigia, ya que esto facilita la captura al quedar expuestos durante más tiempo. Algunas especies tienen una época específica para su captura como los camarones langostinos que va de septiembre a octubre los cangrejos de junio a julio y las iguanas de enero a febrero el resto durante todo el año (Cuadro B14)

VI DISCUSION

VI 1 CARACTERIZACION ESTRUCTURAL Y DE PRODUCTIVIDAD DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CANAS

VI 1 1 Caracterización estructural del bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Canas

El borde del canal estuarino en Isla de Canas esta poblado por *Rhizophora mangle* L como especie dominante que constituye un rodal monoespecifico este hecho tambien es senalado por Jimenez (1994) quien indica que las especies de este genero son las predominantes en la zona externa del manglar porque presentan adaptaciones anatomicas y fisiologicas que le permiten sobrevivir en suelos suaves e inestables

El dominio de *Rhizophora mangle* L en Isla de Canas coincide con Jimenez (1994) quien indico que el genero *Rhizophora* es el principal componente en los bosque de manglar de la costa pacifica de America Central y con Osorio (1994) y Mendieta (2006) quienes indican que esta especie es la mas comun y de mas amplia distribucion geografica en Panama

Con relacion al analisis estructural del bosque en Isla de Cañas el numero mayor de arbustos se registro en P1 con 61 y P3 con 59 y el menor lo presento P2 con un valor de 25 Esto nos permite considerar el sector de P1 y P3 como un manglar joven en comparacion con P2 sin descartar la influencia de factores antropicos y ambientales que posiblemente hayan influido para este comportamiento en el area

Al relacionar las parcelas con respecto al numero de arboles en P3 y P1 se registro 55 y 46 arboles respectivamente mientras que P2 registro 40 esto comparado con la densidad de arbustos por parcelas nos lleva a pensar que P2 es una parcela con individuos mas viejos

Al relacionar el DAP total por parcelas segun los resultados obtenidos P3 registro el menor valor de 14.3 cm seguido de P1 con 15.3 cm mientras que P2 registro el mayor valor

de 17.6 cm. Como observamos la parcela P2 muestra el DAP superior seguida de P1 y luego P3 lo que indica que existen diferencias entre parcelas en cuanto al DAP como lo comprobo la prueba de Kruskal Wallis si relacionamos esta variable con la densidad total de individuos por parcelas podemos decir que el numero de individuos en P3 y P1 es superior al registrado en P2 debido a que en estas parcelas el diámetro medio a la altura del pecho esta por debajo del encontrado en P2

En relación con la altura total del dosel por parcelas en el área de estudio P1 registró el menor valor de 8.3 m seguido de P3 con 9.5 m y luego P2 con el mayor valor de 11.9 m. Como observamos la parcela P2 muestra la altura media superior seguida de P3 y luego P1 lo que indica que existen diferencias entre parcelas en cuanto a la altura como se demostró con la prueba de Kruskal Wallis. Al relacionar esta variable con la densidad total de individuos por parcelas podemos decir que el numero de individuos en P3 y P1 es superior al registrado en P2 debido a que los valores de altura media en P1 y P3 están por debajo de los encontrados en P2.

Entre mayor diámetro de fustes mayor altura y diámetro de copas presenten los individuos de un rodal habra una reduccion del numero de individuos por area, debido a la alta competencia por espacio y muy probablemente como resultado de la competencia entre las copas y poca luz para el desarrollo llevando a un dominio por los árboles que se elevan más sobre el piso del bosque hacia los de alturas inferiores esto trae como consecuencia una mortandad natural como resultado de la competencia (Cintrón & Schaeffer Novelli 1984) coincide esto con lo que ocurre en P2 donde podemos asegurar que hay un claro dominio de los árboles sobre los arbustos esto es indicativo de una zona de mayor madurez para el bosque en relación con P1 y P3

Segun se desprende de los resultados en Isla de Cañas el DAP y HT mantienen una asociacion altamente significativa lo que indica que mientras el DAP aumenta, también lo hace HT esto coincide con lo determinado para la especie por Cintrón & Schaeffer Novelli (1985) quienes indican que en esta especie el aumento diamétrico está íntimamente asociado a un incremento en altura y que la variabilidad en altura para un diámetro dado es mayor en los individuos de mayor porte

Cintrón & Schaeffer –Novelli (1985) mencionan que el numero de fustes de *R. mangle* L. es una funcion del grado de desarrollo alcanzado por el rodal La rapidez con que se desarrolla un rodal es una función de la calidad del sitio es decir de su huella energética y que los rodales jóvenes se caracterizan por densidades muy altas de troncos y con el envejecimiento del rodal esta disminuye Si comparamos esto con lo que ocurre en relacion con el desarrollo estructural en las parcelas de estudio en Isla de Cañas podemos asegurar que P1 y P3 son rodales jóvenes mientras que P2 corresponde a un rodal más maduro o con mayor envejecimiento

Los resultados de área basal nos indican que P2 presento el menor valor de 1.5 m^2 mientras que P1 registro el mayor valor de 1.8 m^2 seguida de P3 con 1.7 m^2 Estos resultados comparados con lo propuesto por Cintron & Schaeffer –Novelli (1985) donde expresan que el área basal va disminuyendo con el envejecimiento del rodal nos permiten decir que P2 es la parcela con mayor edad

El indice de Complejidad de Holdridge indica que para el componente arbustos P2 registro el menor valor seguida de P1 y el mayor valor lo registro P3 En relacion con el componente árboles en P1 y P2 se registro el menor valor y en P3 ligeramente aumentó Esto

se explica con base en que la parcela P3 presenta el mayor numero de individuos con un componente de arbustos que representa el 58.8 % y los arboles el 48.2 % seguida de P1 donde los arbustos representan el 57.0 % y los árboles el 43.0 % y luego P2 con el menor numero de individuos contabilizados en el área donde el componente de los arbustos representó el 38.5 % y los árboles el 61.5 %

Por otro lado cabe destacar que los valores del Índice de Complejidad de Holdridge para Isla de Cañas son muy bajos donde el componente arbustos registró (0.6) y el de árboles (7.7) la pobreza estructural posiblemente esté determinada por factores como el hecho de que P1, P2 y P3 son rodales monoespecíficos las dimensiones de los individuos los escurrimientos de agua dulce y efectos antrópicos que no se descartan

De acuerdo con la clasificación estructural de los manglares la franja de *Rhizophora mangle* L. objeto de este estudio en Isla de Cañas es considerada manglar tipo borde. Basándonos en el hecho de que los valores de Índice de Complejidad se asemejan a los de Isla Roscell en México (5.7) Bahía Medio Mundo en Puerto Rico (8.5) Cayos Caribe en Puerto Rico (9.6) y Bahía Sucia en Puerto Rico (6.3) todos los anteriores manglares son tipo borde (Cintrón Schaeffer Novelli 1983)

Al comparar las características estructurales del bosque de manglar de Isla de Cañas con otros manglares monoespecíficos del resto de América, el DAP promedio es similar a registros obtenidos en manglares de borde en Florida (10.3) Puerto Rico (14.2) y Costa Rica (19.5) (Cintrón y Schaeffer Novelli 1983). Es similar en la zona litoral del estero Real Golfo de Fonseca sector nicaraguense con diámetros de 8 a 10 cm pero en la zona interna del estuario alcanzan de 15 a 20 cm de DAP es esta la zona de mejor conservación del mangle

rojo en el pacífico centroamericano alejada del efecto de los leñadores (Marmillod *et al* 2004)

El área basal total para el bosque es de $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ similar al valor promedio de $20.09 \text{ m}^2/\text{ha}$, reportado por D Cruz y Del Rosario (1986) para el bosque de manglar en el Golfo de Chiriqui donde incluyen todas las especies también similar a lo reportado para las distintas especies del género *Rhizophora* en la Bahía de Jiquilisco donde se obtuvo un área basal total de $18.4 \text{ m}^2/\text{ha}$ (Quezada 1994) $17.4 \text{ m}^2/\text{ha}$ en Tivives Costa Rica y $16.8 \text{ m}^2/\text{ha}$ en Chiquimulilla, Guatemala (Jimenez 1994)

La altura total del dosel es semejante en los manglares antes mencionados pero inferior a los del Golfo de Chiriqui donde encontramos rodales de mangle rojo con más de 20 m D Cruz y Del Rosario (1986) a los del Golfo de San Miguel de 30 a 35 m (ANAM 2005) a algunos sitios de los estuarios del río Bayano donde puede llegar hasta 40 m (Sánchez *et al* 2007) y a los ubicados en el estero el Real dentro del estuario en el Golfo de Fonseca de 15 a 20 m Marmillod *et al* (2004) Cabe mencionar que son similares a los de la zona litoral costera de 7 a 11 metros Con estas características el bosque es de desarrollo estructural pobre posiblemente por las condiciones menos favorables de aporte de agua dulce además de una mayor presión antropogénica Marmillod *et al* (2004) Por otro lado D Cruz y Del Rosario (1986) señalan que los rodales de mangle rojo de menor altura en el Golfo de Chiriqui por lo general se encuentran en las áreas del manglar que no tienen contacto directo con el mar y alejadas del cauce principal del río donde alcanzan un dosel entre 10 y 20 metros mientras que el manglar del Golfo de San Miguel varía a partir de la costa, donde es más bajo y aumenta hacia el interior (ANAM 2005)

El Índice de Complejidad de Holdridge para árboles en Isla de Cañas es superior al de arbustos y a la vez superior al registrado para la mayoría de los manglares de borde de América, podemos considerar el bosque de manglar de Isla de Cañas como un manglar de borde con un buen desarrollo estructural. Según Jiménez (1999) las diferencias en la estructura y función de las comunidades de manglar se manifiestan de acuerdo con su ubicación, como resultado a la interacción de un gran número de factores y procesos ambientales. Snedaker & Getter (1985) expresan que la estructura del bosque está más íntimamente asociada con las diferencias de la forma del relieve costero, los patrones de transporte de las aguas superficiales y la salinidad, por lo que existe la posibilidad de que algún factor aleatorio promueva el comportamiento que presenta la especie en Isla de Cañas.

VI 1.2 Morfología externa de las hojas de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas

Los resultados obtenidos de las dimensiones de las hojas de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas mostraron que el largo de las mismas en la población estudiada, tiene como mínimo 90 cm y como máximo 211 cm, valores superiores a los mencionados por Gómez & Flores (2003) para las hojas de esta especie en la Bahía de Chetumal, valores que van de 5 a 15 cm de largo. También podemos señalar que muestran similitud en relación con esta dimensión con el valor promedio de 120 cm reportado por Medina *et al* (1995) para la laguna Sontecomapan.

El ancho registró un valor promedio de 55 cm, lo que coincide con el valor promedio de 56 cm para el ancho de las hojas en la laguna Sontecomapan (Medina *et al* 1995).

Al relacionar el ancho con el largo de las hojas en Isla de Cañas según los resultados podemos afirmar que es muy probable que el ancho y el largo de las hojas aumenten gradualmente juntos influenciados por factores aleatorios Cintrón y Schaeffer Novelli (1983) señalan que el tamaño de la hoja refleja el vigor de la vegetación y que bajo condiciones favorables y de bajo rigor ambiental el tamaño de las hojas es mayor. Esto nos permite concluir que el bosque de *R. mangle* L. en Isla de Cañas es saludable según los rasgos foliares que presentó.

Al comparar estos resultados la curva de regresión de largo con respecto a ancho muestra la misma tendencia que la obtenida por Cintrón y Schaeffer Novelli (1983) para la relación de estas variables en manglares de Ecuador, Puerto Rico, México, Brasil, Florida. Esto nos permite asegurar que el comportamiento del ancho con respecto al largo de las hojas en Isla de Cañas es similar a lo que ocurre en otros manglares de América.

El peso registró un valor promedio de 2.5 g, valor superior al compararlo con el reportado de 0.86 g para la laguna Sontecomapan por (Medina *et al.* 1995).

En lo que respecta a las variables peso y largo de las hojas, la relación que existe es una asociación exponencial, y quiere decir que mientras el largo de las hojas aumenta de manera gradual, el peso lo hace de forma exponencial, pero no podríamos asegurar lo mismo para el largo de la hoja y del peciolo, ya que aunque aumenten a la vez juntos, existe una dispersión significativa en la nube de puntos.

Cuando relacionamos el largo de las hojas de la especie con las parcelas por medio de la ANDEVA, los resultados mostraron diferencia altamente significativa entre parcelas ($F=29.964$ y $P < 0.05$). Esto queda probado por la prueba de rangos de Duncan, donde el

largo de las hojas es igual entre P1 y P3 pero distinto con respecto a P2 lo que coincide con los aspectos estructurales donde P2 mostró diferencias en cuanto al DAP y HT

En cuanto a la relación del ancho de las hojas entre parcelas la prueba de Kruskal Wallis también mostró diferencias significativas entre parcelas ($H=29.996$ $p=0.000$) y con respecto al peso de las hojas entre parcelas también mostró diferencia significativa ($H=39.6$ $p=0.000$) en cuanto al largo del peciolo la ANDEVA probó que existe diferencia altamente significativa entre parcelas ($F=15.879$ y $p<0.05$) y según la prueba de Duncan P2 y P3 son iguales en relación con P1. Esto nos lleva a pensar que la hoja de *R. mangle* en Isla de Cañas presenta variabilidad en cuanto a los rasgos morfológicos estudiados y esto posiblemente se deba a factores ambientales propios del área.

VI 1.3 Morfología externa de los propágulos de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas

En cuanto a la morfología externa de los propágulos en Isla de Cañas se registró como promedio una longitud de 37.5 cm valor superior a los reportados por Reyes & Tovilla (2002) quienes señalan que estos presentan una longitud promedio de 29.07 cm en la costa de Chiapas

Cámara *et al* (2004) señalan que el fruto de *Rhizophora mangle* L es de 2 a 3 cm, encorvado alargándose por germinación en la rama, cayendo después al agua el propágulo y Gómez & flores (2003) mencionan que puede crecer de 2 a 25 cm de largo con la semilla ya germinada. Mientras Jiménez (1971) señala que Los propágulos procedentes de los bosques enanos promedian 10 cm de largo y los de los bosques ribereños promedian alrededor de 25 cm. Esto nos indica que hay una alta variación en lo que respecta al largo de

los propagulos de la especie lo que coincide con nuestros resultados donde encontramos longitudes que van desde 4.0 cm a 5.0 cm

En cuanto al peso se registro un promedio de 15.6 cm valor inferior al obtenido por Reyes & Tovilla (2002) quienes reportan un peso de 29.77 g

Esto nos lleva a reconocer que existe una gran variabilidad en la especie en cuanto a la morfología de los propagulos como quedo demostrado con el largo y el peso en este estudio

VI 1.4 Produccion de hojarasca

La produccion de hojarasca en Isla de Canas no presento picos definidos por lo cual no se destacan variaciones drásticas a lo largo del periodo de estudio lo cual indica un comportamiento relativamente estable entre los meses de muestreo de igual manera, entre estaciones no mostro variacion. Además entre parcelas no existe diferencia significativa en cuanto a la productividad de hojarasca, lo que nos lleva a pensar que existe homogeneidad en la produccion de hojarasca en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Canas y esto se puede atribuir al hecho de ser rodales monoespecificos

Las lluvias no afectaron de manera esencial la productividad de hojarasca, lo que se sugiere con la correlacion de Spearman para la estacion lluviosa, contrario a lo encontrado para la produccion de hojarasca en el manglar de Liborio (Grimaldo & Medina 1984 y Gomez 1984) quienes señalaron una aparente relacion con la pluviosidad y la salinidad donde a mayor pluviosidad y menor salinidad mayor produccion de hojarasca tambien Hernandez & Mullen (1979) en los manglares de Guapi Colombia, senalan que la produccion de hojarasca aumento durante los meses de mayor precipitacion y Escallon &

Rodriguez (1982) en el Parque Nacional Natural Sanquanga, Colombia, registraron que la producción de hojarasca aumentó durante los meses de menor precipitación

Sin embargo Palacios & Vargas (1991) en estudios realizados en Cabo Manglares Colombia, no encontraron relación entre la productividad de hojarasca y los parámetros meteorológicos de precipitación, velocidad del viento y brillo solar tal como ocurre en el presente estudio

El promedio diario de productividad de hojarasca en Isla de Cañas correspondió a $3.55 \text{ g/m}^2/\text{d}$, valor ligeramente inferior a lo reportado en los manglares de Guapí de $3.86 \text{ g/m}^2/\text{d}$ (Hernandez & Mullen 1979) sin embargo superior a $2.5 \text{ g/m}^2/\text{d}$ reportado para *R. mangle* L en los manglares de Chame (Grimaldo & Medina 1984) y también al valor registrado en el estero el Conchalito de $1.84 \text{ g/m}^2/\text{d}$ (Félix *et al* 2006)

El valor de producción anual de hojarasca de *Rhizophora mangle* L en el ecosistema de manglar en Isla de Cañas es de $1262.9 \text{ g/m}^2/\text{año}$ mientras que estudios realizados en el Estero Bayano Santa Ana, Los Santos para la misma especie muestran una productividad de $1123.01 \text{ g/m}^2/\text{año}$ por otro lado en Sarigua, Herrera, se registró una productividad de $184.75 \text{ g/m}^2/\text{año}$ y en estero Baules Chirquí de $293.55 \text{ g/m}^2/\text{año}$ INRENARE (1996) y para el manglar de Chame reportan una productividad neta anual de $921.7345 \text{ g/m}^2/\text{año}$ Grimaldo y Medina (1984) En la Florida se reporta según D. Cruz y Kwiecinski (1979) $800 \text{ g/m}^2/\text{año}$ sin embargo para la costa pacífica de Colombia se reporta $1500 \text{ g/m}^2/\text{año}$ (Hernandez & Mullen 1979)

Al comparar la producción anual por hectáreas del manglar de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas de 12.629 Kg/ha/año esta es ligeramente superior a 9.198 Kg/ha/año

reportado por (Gómez 1984) para el estuario de Puerto Liborio en Chame sin embargo es ligeramente inferior con respecto al Manglar de Guapi según lo reportado por (Hernandez & Mullen, (1979) lo que coincide con D Croz & Kwiecinski (1979) quienes mencionan que la producción en el pacífico colombiano debe ser muy similar a la de los manglares del pacífico de Panamá, ya que las especies son las mismas y los factores ambientales son similares

La hojarasca registro como componente principal las hojas con valores de 63.62 % y 72.16 % del peso seco durante la estación seca y lluviosa, respectivamente lo que coincide con lo señalado para el estero el Conchalito (Felix *et al* 2006) y afirmado por Cintron & Schaeffer Novelli (1983) y Lacerda *et al* (2001) quienes señalan que las hojas son el principal componente de la hojarasca en porcentajes entre 70-80 % del peso seco total

El componente flores registró el 17.44 % en la estación seca y el 0.73% durante la lluviosa, esto es un indicador importante para señalar que en Isla de Cañas la especie *Rhizophora mangle* L. registró su pico mayor de floración en la estación seca, lo que caracteriza la fenología de la misma en el área de estudio

El componente estípula registro para la estación seca y la lluviosa, los valores de 8.63% y 14.55 % respectivamente esto coincide con el comportamiento de este componente en los manglares de la Isla San Andrés donde registro para la época seca una caída mínima, mientras que para la época de lluvias estos valores se incrementaron además señalan que las estípulas son una medida importante de la productividad ya que dentro del material caído son una muestra de la producción de hojas nuevas por parte de la planta (Garcia *et al* 2002)

Las ramas constituyeron en la estación seca el 9.79 % y en la lluviosa se registró el 5.23 % durante la estación seca se ejerce la acción de los vientos alisios en el área con lo que

podemos asociar el desprendimiento de material vegetativo que puede ser la causa del incremento de este componente en la estación seca

Los frutos en la hojarasca, representaron en la estación seca el 0.53 % y en la lluviosa 7.33 % esto nos indica un comportamiento contrario al de las flores lo cual es esperado dado que posterior a la fertilización de las flores se forman los frutos por lo que su presencia se acentúa en la estación lluviosa.

VI 1.5 Tejido foliar

El análisis químico del tejido foliar permitió comparar entre la estación seca y la lluviosa las concentraciones de nutrientes en las hojas de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas según los resultados se comprobó que no existe diferencias entre ambas estaciones

El comportamiento anual de las concentraciones de los minerales considerados en esta investigación mostró que son semejantes al obtenido para los mismos en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L. por Jayasekera (1991) en manglares de Sri Lanka, lo que nos indica un comportamiento fisiológico similar de los mismos para la especie

Al caer las hojas se descomponen y liberan al medio los minerales Grimaldo y Medina (1984) mencionan que parte de estos nutrientes serán exportados hacia la zona costera adyacente y otra parte será consumida *in situ* por algas fitoplancton plantas vasculares y el mismo mangle. Esto es de relevancia en el ecosistema, ya que las hojas como se comprobó en este estudio son el principal componente de la hojarasca y como el aporte de la productividad de hojarasca del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas es comparable con manglares de alto nivel de productividad como el de Guapi en la costa pacífica de Colombia, nos atrevemos a asegurar que el impacto de la liberación del contenido

de minerales a partir de las hojas no es un factor limitante en el área desde el punto de vista ecológico

VI.2 CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y GEO QUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS EN EL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CAÑAS

VI.2.1 Parámetros fisicoquímicos sección horizontal.

El pH en el sedimento sección horizontal en Isla de Cañas es de carácter ácido tanto en la estación seca como en la lluviosa, disminuyó ligeramente en la estación lluviosa. Contrario al pH reportado para los sedimentos de la Laguna Costera Santa Rosa (Olivas *et al* 1992) que vario de 7.36 a 8 el cual es básico o alcalino

La temperatura del sedimento superficial no mostró variación considerable manteniendose en promedio en la estación seca en 26.8 °C y en la lluviosa en 27 °C. Este comportamiento es similar a lo encontrado en los sedimentos de la Laguna Magdalena /Almejas en la península de baja California segun López & Siqueiros (2006) y al sedimento del Sistema estuarino lagunar de Chantuto Panzacola y Carretas Pereyra (Torres *et al* 2006) donde las temperaturas para el sedimento en la Laguna los Cerritos hasta 6 cm de profundidad durante la estación lluviosa fue de 25.5 °C a 27 °C y en la seca de 25.7 a 28.2 °C y para la Laguna Campón durante la estación lluviosa de 25.7 °C a 28.8 °C y para la seca de 29.1 °C a 29.8°C

VI.2.2 Distribución vertical variables químicas y físicas en el sedimento

El pH no presentó diferencias significativas en los distintos niveles estudiados de la sección vertical donde se registró para la estación seca mayores valores que en la estación lluviosa, coincide esto con lo que ocurre a nivel horizontal. Los mismos son inferiores a los registrados en la Laguna los Cerritos en Chiapas (Torres *et al* 2006) donde se reportan para

la estación seca valores de 7.0 de 0 a 6 cm de profundidad y a los 12 cm se reportó valores de 6.8 a 7.2 y para la estación lluviosa se da una ligera disminución con un valor de 6.9 pero aun así son valores superiores a los registrados en el sedimento de manglar en Isla de Cañas donde el máximo valor es 5.8 para la estación seca y 5.0 para la lluviosa, manteniéndose ácidos. Según Olivas *et al* (1992) los medios con características reductoras tienen como consecuencia la formación de ácidos que hacen disminuir el pH además estos niveles de pH bajo se asocian a sedimentos finos y altas concentraciones de materia orgánica.

VI 2.3 Materia orgánica del sedimento en Isla de Cañas, Tonosí

El contenido de materia orgánica en los sedimentos del bosque de manglar en Isla de Cañas mostró similar comportamiento para la sección horizontal como en la vertical. Hay que señalar que la misma registró altos valores en la época seca como en la lluviosa, coincide esto con la presencia marcada de arena fina como principal componente sedimentológico en la época seca, debido principalmente a la poca influencia de las corrientes de los ríos lo que da lugar a zonas de aguas más tranquilas que permiten la acumulación de la misma. Contrario a lo que ocurre en la época lluviosa donde hay gran influencia de los ríos de la región en el sistema, lo que trae como consecuencia un aumento de limo+ arcilla, pero esto sumado a la presencia considerable de arena fina, según se desprende de los análisis es lo que permite mantener los niveles altos de materia orgánica en los sedimentos de la región.

Según Salazar *et al* (2003) el alto contenido de materia orgánica puede ser causa del sitio de recolección del sedimento en donde lo intrincado de las raíces sirve de trampa a los detritos y sedimentos en suspensión elevando el porcentaje de materia orgánica, también debe considerarse el estancamiento de las aguas. Por su parte Gómez *et al* (2006) señalan que la materia orgánica erosionada de los ecosistemas terrestres es la principal fuente en las

márgenes costeras e interactúa con partículas minerales. El alcance de estas interacciones aumenta con la disminución del tamaño de la partícula, mientras Olivas *et al* 1992 señalan que el contenido de materia orgánica varía en relación directa al contenido de limos y en función inversa al tamaño medio del grano de los sedimentos al igual que los sedimentos finos la materia orgánica es acumulada por efecto de la circulación restringida de las aguas en las zonas más internas de la laguna costera Santa Rosa, México donde la principal fuente de la materia orgánica de los sedimentos es el mangle.

Los resultados de los análisis de pH mostraron acidez en el medio. Esta reducción puede estar relacionada con el efecto acidificante de la gran cantidad de materia orgánica que entra al sistema por la disposición de aguas servidas de los residentes en la Isla y las comunidades circunvecinas del área de estudio y por otras fuentes de materia o sustancias orgánicas como hojas, ramas de mangle y otros productos de actividades agrícolas, ganaderas y camaroneras, aceites u otros hidrocarburos en las aguas de escorrentía y en el canal estuarino.

VI 2.4 Caracterización granulométrica del sedimento en Isla de Cañas

A lo largo del año de estudio se presentaron diferencias en la granulometría en el sistema en Isla de Cañas. Estas diferencias son el resultado de los efectos de los procesos ambientales particulares de cada estación (seca y lluviosa) en la zona, esto se puede afirmar cuando comparamos los resultados obtenidos en P1, P2 y P3.

Parcela 1

La estadística gráfica granulométrica indica en época seca un sedimento de arena media, sin embargo la distribución granulométrica, y principalmente la curtosis indica un material unimodal en el cual el peso de la arena fina, en el total de la granulometría, es importante proporcionalmente al resto del material (Fig. 20).

En época lluviosa el sedimento es de arena fina sin embargo la distribución granulométrica, en especial la curtosis indica un material bimodal en el cual el peso del limo+arcilla en el total de la granulometría es importante proporcionalmente al resto del material seguido por la arena fina al final de dicho periodo (Fig 21)

La asimetría negativa a muy negativa nos indica la importancia del material granulométrico grosero al dejar una cola prolongada hacia ese lado de la curva, y esto evidencia la importancia de la arena de playa en la sedimentología de la zona (Fig 20 y 21)

Parcela 2

La estadística gráfica granulométrica indica en época seca un sedimento de arena fina a media (Fig 22) sin embargo la distribución granulométrica indica las mismas características que la parcela 1 (Fig 19)

La estadística gráfica granulométrica indica en época lluviosa un sedimento de arena fina a muy fina sin embargo la distribución granulométrica indica un material bimodal en el cual el peso del limo+arcilla en el total de la granulometría es importante proporcionalmente al resto del material (Fig 21)

La asimetría muy negativa nos indica la importancia del material granulométrico grosero al dejar una cola prolongada hacia ese lado de la curva, al igual que en la Parcela 1 (Fig 20 y 21)

Parcela 3

La estadística gráfica granulométrica indica en época seca un sedimento que cambia a través de la colecta de los cuatro meses sin embargo al igual que en las otras dos parcelas la distribución granulométrica, y la curtosis indica un material unimodal en el cual el peso de la

arena fina en el total de la granulometría es importante proporcionalmente al resto del material (Fig 20)

La estadística gráfica granulométrica indica en época lluviosa un sedimento de arena fina a muy fina sin embargo la distribución granulométrica indica un material bimodal semejante a la Parcela 2 con la observación que en el mes de setiembre se tornó muy importante la arena fina, mientras que en octubre fue la arena muy fina (Fig 21)

La asimetría tiene la misma característica que en las otras parcelas la cual otorga importancia al material granulométrico grosero (Fig 20 y 21)

La granulometría del sedimento en Isla de Cañas de acuerdo con los datos obtenidos para las parcelas y en el Canal junto a las tres parcelas mostró que durante la estación seca es arenoso y durante la lluviosa por la incidencia de la arcilla + limo va de arenoso lodoso a lodo arenoso comparable con la textura del sedimento en el Golfo de Montijo que según Vega (2004) es de tipo franco franco-arcilloso franco-limoso y franco arenoso.

Esto es de gran importancia, dado que este tipo de sedimento predominante en la estación lluviosa la convierte en una región propicia para el resguardo y crecimiento de diversas especies de suma importancia comercial como lo asegura Gómez *et al* (2007) para sedimentos de arenas con alto contenido de limos y arcillas

Cabe resaltar que la sedimentología en Isla de Cañas indicó la predominancia de arena fina, contrario a los reportes de Herrera y Ríos (1997) para el sedimento de playa el Salado Aguadulce donde prevalece la arena muy fina y a lo reportado por Goti (1991) en el estero Morales Costa Rica, donde señala mayor proporción de granos gruesos lo que indicó predominancia de arena gruesa y arena media.

VI.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL CANAL ESTUARINO EN ISLA DE CAÑAS

VI.3.1 Factores fisicoquímicos del agua en el canal estuarino en Isla de Cañas

En el transcurso del estudio el pH mostró valores promedios que oscilan entre 7.1 y 7.2 en la estación seca y de 7.3 a 7.8 en la estación lluviosa. Podemos notar que los valores se mantuvieron más estables en la estación seca y durante la estación lluviosa hay un ligero incremento. El valor promedio del pH en el agua del Canal estuarino en Isla de Cañas es básico según Souza *et al* (1987) esto refleja intensos procesos de oxidación y una alta actividad fotosintética que consume CO_2 lo cual hace que el medio se torne básico hasta alcanzar un pH cercano a 8.0. Lo contrario sucede con el comportamiento de la alcalinidad, parámetro que mostró los valores más altos durante la estación seca y los más bajos en la lluviosa. La elevada alcalinidad del agua del canal estuarino durante la estación seca coincide con los menores valores de pH registrados para la época, de igual manera los valores altos pH de la estación lluviosa coinciden con los valores bajos de alcalinidad para la misma estación.

La temperatura superficial mostró una variación característica para zonas tropicales la cual es pequeña comparada con áreas costeras templadas tal como lo señala (Pugibet *et al* 2006).

El oxígeno disuelto superficial muestra una tendencia a aumentar su concentración en la estación seca. Esto coincide con la presencia de los vientos alisios característicos en la zona para esta época, los cuales provocan el movimiento en el agua superficial lo que permite la interacción de esta con la atmósfera y probablemente también a un aumento en la actividad fotosintética del fitoplancton que para esta época, es ligeramente mayor como lo muestran

los análisis de clorofila, señalamientos similares hace el CCCP (1991) para las aguas superficiales estuarinas de la costa pacífica colombiana, quienes indican que los mayores niveles se encuentran en la superficie probablemente debido a la influencia de la interacción con la atmósfera y/o a los procesos de fotosíntesis renovación y mezcla.

Durante la estación lluviosa la concentración de oxígeno disuelto disminuye esto según Chiappone (2001) se debe a las descargas de sedimento en las aguas costeras y pueden consistir en fracciones inorgánicas y orgánicas la gran mayoría del componente orgánico puede ser detritus lo que puede ocasionar la caída de los niveles de oxígeno debido a la descomposición bacteriológica. Debemos reconocer que los organismos acuáticos tropicales deben estar mejor adaptados a niveles inferiores de oxígeno disuelto como una consecuencia de la disminución de la solubilidad de oxígeno en las aguas más cálidas como lo menciona (Pugibet *et al* 2006)

Los valores de concentración de oxígeno disuelto encontrados en el presente estudio evidencian que es un sistema con aguas clase 2M (ANAM 2007) probablemente influenciado por la creciente actividad humana en el área y la fuerte actividad agrícola, ganadera y de camaroneras en tierra firme dado que el valor promedio anual registrado de oxígeno disuelto está por encima del valor mínimo de 4 mg/l criterio de calidad admisible para aguas marinas al compararlo con los valores registrados para el Golfo de Montijo ANAM (2007) señala que el agua superficial está bien oxigenada durante las dos temporadas La concentración de oxígeno disuelto promedio es muy cercana entre la temporada lluviosa (6,26 mg/l) y la temporada seca (6,76 mg/l) consideradas aguas clase 1M con valores mayores de 5 mg/l mientras Vega (2004) señaló para la misma zona un promedio anual de oxígeno disuelto de 4,88 mg/l valor similar al encontrado en Isla de Cañas y por otro lado Chang

(2008) reportó valores inferiores a 3 mg/l en Caleta, Golfo de Montijo considerados no permisibles segun (ANAM 2007)

El gradiente salino en Isla de Cañas responde a las características climáticas de la región al mostrar altos valores de salinidad en la estación seca y bajos en la lluviosa, similar a lo que ocurre en el Golfo de Montijo segun Vega (2004) En la region la estacion seca es bien pronunciada y prolongada con altas temperaturas y sin registros de precipitación (ETESA 2007) lo que favoreció una alta tasa de evaporación y disminución de los caudales de los rios que suministran agua dulce al sistema con el consecuente aumento de salinidad para la época.

La salinidad presento valores similares a los encontrados por Silva & Acuna (2006) en los sectores marinos del Estero de Purruja y del Estero Mayor donde la capa superficial presento los valores mas altos durante los meses de la época seca 33 y 34 ups pero difieren con Isla de Cañas durante la estacion lluviosa, ya que la salinidad descendió a 22 ups en el sector del Estero de Purruja y a 25 ups en el Estero Mayor valores superiores a los registrados en Isla de Cañas donde descendió hasta 14.3 ups lo que nos sugiere mayor entrada de agua dulce al sistema estuarino en Isla de Canas

El estudio muestra una normalidad en cuanto al comportamiento de los parámetros pH temperatura, oxígeno disuelto salinidad y alcalinidad en el agua del canal estuarino en Isla de Cañas se puede considerar las pequeñas diferencias como respuestas a los cambios estacionales propios de la zona Chiappome (2001) menciona que los estuarios y zonas litorales estan generalmente caracterizados por una gran variabilidad físico química, reflejando la influencia de las descargas de rios las corrientes de marea, los efectos de la línea costera sobre las corrientes y las zonas bajas Podemos relacionar este hecho con la variación estacional de la concentración de los minerales en el agua estuarina entre los meses y entre la

estación seca y la lluviosa. En este mismo sentido ANAM (2007) para la Bahía de Panamá en general menciona que se aprecia que la concentración de metales en el agua disminuye durante la temporada seca, posiblemente como resultado de menor volumen de escorrentía continental. Desafortunadamente para entender el comportamiento que tienen los elementos mas abundantes en estuarios no existen suficientes datos para explicar las causas de este comportamiento. Es importante señalar que el cobre mostró un valor superior al limite permisible de 10 ug/ l (ANAM 2007) durante los meses de marzo y abril en la estación seca y de julio agosto y octubre durante la estacion lluviosa, lo que puede ser anomalo para el sistema.

La concentración de los minerales con respecto a los puntos de muestreo (CP1 CP2 y CP3) indica que no se presentó diferencia significativa entre ellos esto es indicativo de que las aguas del sistema están bajo el mismo régimen hidrico y responden a la misma dinamica ambiental

VI.3.2 Nutrientes y clorofila *a* en el agua estuarina.

El silicato superficial muestra un minimo valor promedio de 7.97 mg at/l para la estación seca y un máximo de 13.9 mg at/l en la lluviosa. Esto es contrario a lo encontrado por Marrugo (1990) para el sector de Boca Grande Colombia, en donde se registran los mayores valores durante la estación seca, pero son valores inferiores a los reportados en este estudio. El fosfato superficial muestra un mínimo valor promedio de 0.34 mg at/l para la estación seca y un máximo de 1.25 mg at/l en la estación lluviosa, contrario a lo reportado por Marrugo (1990) para el sector de Boca Grande Colombia, donde los mayores valores promedios de fosfato superficial los registró en la época seca con 5.15 mg at/l y presentó los menores valores promedios de fosfato superficial para la época de lluvias con 0.16 mg at/l

El nitrato superficial registró el valor promedio mínimo para la estación seca 2 02 mg at/l y el máximo en la lluviosa de 3 00 mg at/l valores similares Posiblemente esta situación es producto del arrastre de los ríos y otras fuentes hídricas que vierten en el sistema. Mendiguchia (2005) menciona que el aumento en el uso de fertilizantes con alto contenido en nitrógeno ha conducido a una mayor concentración de nitratos tanto en aguas superficiales como subterráneas ya que la gran solubilidad de este compuesto implica que sea fácilmente liberado del suelo y arrastrado hasta los ríos por las aguas de escorrentía, contrario a lo reportado por Marrugo (1990) para el sector de Boca Grande Colombia, donde los mayores valores promedios de nitratos superficiales los registro en la época seca de 7 88 mg at/l los menores durante la época de lluvias con 0 80 mg at/l

Podemos atribuir la ligera disminución de los nutrientes fosfato y nitrato durante la estación seca al mínimo aporte proveniente de las aguas continentales limitación que se debe a la ausencia de lluvias situación que también se refleja en la Bahía de Chame según Chial & Villarreal (1994) donde se registró un máximo aporte de nitratos en octubre y durante mayo agosto septiembre y noviembre para los fosfatos

La clorofila *a* en el agua del canal estuarino en Isla de Canas presento valores similares entre la estación seca y la lluviosa, coincide con lo reportado para la desembocadura del río Chiriquí donde la concentración promedio de clorofila durante la temporada lluviosa fue 2 08 mg/l y durante la temporada seca 2 62 mg/l Estos valores son también comparables a los resultados presentados para el Golfo de Montijo que es un ambiente costero muy similar (ANAM 2007) esto refleja la condición típica del ambiente estuarino de la costa pacífica panameña con abundantes nutrientes de origen continental Lo anterior es contrario a lo encontrado por Silva & Acuña (2006) en el Estero Mayor Costa Rica, donde los valores

fueron significativamente más altos en la época seca que en la lluviosa, como también mostró comportamiento diferente a las cantidades promedio de *chl-a* sobre la plataforma continental del estado de Colima en México mostraron cambios estacionales en invierno se presentaron los valores más bajos En primavera, las concentraciones se incrementaron y alcanzaron el máximo en verano mientras que en otoño el contenido de *chl-a* disminuyó aunque sin llegar a ser indetectable (Olivos 2 002)

VI.3.3 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Los análisis microbiológicos muestran que no existió evidencia de contaminación por coliformes totales y coliformes fecales en el agua estuarina en Isla de Cañas en los puntos de muestreo CP1 CP2 y CP3 durante la estación seca y la lluviosa, las mediciones microbiológicas sugieren que la calidad del agua es muy buena y se observa un crecimiento mínimo de bacterias coliformes totales y fecales Contrario a lo reportado en la Bahía de Panamá donde los análisis microbiológicos muestran un amplio rango en la población de bacterias (ANAM 2007)

En términos generales los análisis y observaciones realizados mostraron que los indicadores bacterianos estudiados se comportaron con niveles menores durante la estación seca y mayores en la lluviosa, y no indicaron deterioro del agua por la presencia de concentraciones anómalas de coliformes en toda el área de muestreo Pinheiro *et al* (2000) mencionan que un sistema, en condiciones favorables es un indicador de no vertimiento de agentes contaminantes hacia el sistema por los pobladores y asentamientos humanos cercanos no alterándose el medio

VI 4 CARACTERIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS (Mn Fe Zn y Cu) EN SEDIMENTO AGUA ESTUARINA Y TEJIDO FOLIAR DE *Rhizophora mangle* L

VI 4 I Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn, Fe Zn y Cu) en sedimento

El contenido de manganeso en el sedimento de manglar en Isla de Cañas es inferior a 117 µg/g encontrado por Gamboa & Bonilla (1983) para los sedimentos superficiales de la Cuenca Tuy Cariaco y de 24 82 µg/g encontrado para la Laguna de Chacopata por Fuente (1999) Podemos señalar que no existe contaminación por este metal en el sedimento del manglar en Isla de Cañas Al comparar las concentraciones de manganeso en los tres medios estudiados se determinó la mínima concentración en el agua, seguida por el sedimento y su máxima concentración se encontró en el tejido foliar

Los valores de Fe encontrados en el sedimento de Isla de Cañas para la estación seca y la lluviosa, no reflejan problemas de contaminación por este metal para la zona, son valores que están muy por debajo de los niveles promedios 95 09 µg/g encontrados por Bonilla *et al* (2003) en los sedimentos considerados no contaminados por este metal en la Ensenada Grande del Obispo Al comparar las concentraciones de hierro en los tres medios estudiados se determinó la mínima concentración en el sedimento seguido por el agua y su máxima concentración se encontró en el tejido foliar

Los valores de zinc en el sedimento Isla de Cañas para la estación seca y lluviosa no indican diferencias manteniéndose concentraciones similares pero son valores inferiores a los registrados en el sistema lagunar Unare Piritu por García & Ramírez (2004) En Isla de Cañas son valores que se encuentran por debajo de 110 µg/g límite inferior establecido para considerar los sedimentos como no contaminados Sadiq (1992) según estos resultados nos

atrevernos a señalar que el sedimento del manglar de Isla de Cañas no presenta contaminación por zinc es decir que hay un equilibrio en el ecosistema, esto posiblemente se debe a una mayor actividad biótica, al ser este un metal esencial tanto para la flora como para la fauna marina.

Al comparar las concentraciones de zinc en los tres medios estudiados se determinó que no hay diferencias considerables entre estos

El cobre presenta valores de concentración en el sedimento en Isla de Cañas en la estación seca y la lluviosa superiores a 10 µg/g valor que segun Sadiq (1992) es el límite para ambientes naturales y ademas superior al valor encontrado por Fuentes (1999) para la laguna de Chacopata de 4 32 µg/g Segun lo antes expresado podemos decir que parece existir contaminación por cobre en Isla de Cañas

Al comparar las concentraciones de cobre en los tres medios estudiados se determino la minima concentracion en el agua, seguido por el tejido foliar y su máxima concentración se manifesto en el sedimento

Las concentraciones obtenidas de los metales trazas Fe Mn, Zn en los sedimentos del manglar de Isla de Cañas se encuentran por debajo del límite para sedimentos no contaminados lo que demuestra que no hay contaminación por estos metales en el ecosistema, contrario a lo que ocurre con el cobre en la zona.

VI 4.2 Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn Fe Zn Y Cu) en el agua del canal estuarino

Las concentraciones de manganeso en el agua del canal estuarino durante la estacion seca y la lluviosa no mostraron diferencias significativas contrario a lo encontrado por Márquez *et al* (2000) en una zona estuarina de Venezuela, donde señalan mayor concentracion en la estacion lluviosa.

El hierro registró su mayor concentración en el sistema durante la estación seca, contrario a lo señalado por Márquez *et al* (2000) en una zona estuarina de Venezuela, donde señalan mayor concentración en la estación lluviosa.

El zinc presentó en el agua del canal estuarino los contenidos mas altos durante la estación seca y los más bajos durante la lluviosa, coincide con lo reportado por Campos & Gallo (1997) para la Ciénaga Grande de Santa Marta, donde anotan que el porcentaje de Zn transportado en forma sólida depende de las descargas de agua, en donde a mayor entrada, como en la época lluviosa, disminuye la presencia de Zn en el material suspendido

El cobre no mostro diferencias considerables en cuanto a sus concentraciones en la estación seca y la lluviosa, mientras que Márquez *et al* (2000) señalan mayor concentración en la estación lluviosa.

VI 4 3 Caracterización de las concentraciones de metales pesados (Mn Fe Zn Y Cu) en el Tejido Foliar de *Rhizophora mangle* L

El manganeso registro valores superiores con respecto al sedimento similar a lo reportado por García & Ramírez (2004) para las plantas en el sistema lagunar Unare Píritu, donde el Mn está presente en mayores concentraciones en las raíces otro resultado notable se refiere a que el Mn presentó un elevado valor de la relación concentración promedio en las raíces respecto a las concentraciones promedio en los sedimentos del sistema, lo cual es indicativo de la capacidad de bioconcentración de las raíces

El Cu en este estudio presento valores similares en ambas estaciones contrario a lo encontrado por Campos & Gallo (1997) quienes registraron mayor concentración de este metal en la estación seca, en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Las concentraciones de zinc fueron superiores durante la estación lluviosa contrario a lo encontrado por Campos & Gallo (1997) quienes registraron que fue superior durante la estación seca en el tejido foliar de *Rhizophora mangle* L en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

En Isla de Cañas las concentraciones de hierro en las hojas de *Rhizophora mangle* L fueron superiores a los del sedimento similar a lo encontrado en las plantas estudiadas en el sistema lagunar Unare Piritu en Venezuela por Garcia & Ramirez (2004) quienes observaron que el Fe está presente en niveles elevados en las hojas en los peciolo y en las raíces pero en éstas últimas las concentraciones son más elevadas en algún caso alcanza valores de 538 % superiores a los niveles de Fe encontrado en algunos sedimentos del sistema

La información publicada sobre concentración de metales pesados en tejido foliar de *Rhizophora mangle* L es muy limitada

En el ecosistema de manglar en Isla de Cañas el tejido foliar presentó la mayor concentración de manganeso hierro y cobre con respecto al sedimento y el agua del canal estuarino mientras que el zinc registró un comportamiento uniforme en los tres medios

Al comparar las concentraciones de manganeso y cobre entre el sedimento y el agua del canal estuarino el sedimento registró mayores niveles coincide esto con Olavarria (2007) quien señala que las concentraciones de metales pesados en sedimentos generalmente son más altas que las encontradas en el agua, razón por la cual son ampliamente utilizados como indicadores de contaminación que ha sufrido el ecosistema marino Por lo tanto los sedimentos de un ecosistema acuático reflejan la calidad de sus aguas

VI 5 CARACTERIZACIÓN FITOPATOLÓGICA DEL BOSQUE DE *Rhizophora mangle* L EN ISLA DE CAÑAS

VI 5 1 Herbivoria

VI 5 1 1 Porcentaje de hojas con afectación

En Isla de Cañas las señales más comunes de ataque de herbívoros a las hojas de las plantulas de *Rhizophora mangle* L fueron la pérdida total o parcial del material foliar o como daño superficial al considerar los valores segun los resultados de hojas afectadas durante la estacion seca, estos oscilaron entre 14 % y 45 3% para la lluviosa de 27 5% y 47 1 % expresados en totales la estacion seca mostró 29 9 % y la lluviosa 47 4 % de hojas afectadas Esto nos indica que durante la estación lluviosa se afectó mayor numero de hojas

Consideramos que las hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L son atacadas por los herbívoros dado que presentan tejidos blandos y no tienen las defensas de un arbol maduro que con sus sustancias quimicas (como taninos etc) repelen en gran medida los depredadores debemos reconocer que están expuestas a los ciclos de inundación lo que tambien los hace susceptible al ataque de crustaceos como cangrejos u otros organismos Esto coincide con Reyes *et al* (2002) quienes señalan que para muchas especies vegetales las primeras etapas de su desarrollo son las más vulnerables debido a su tamaño pequeño tasas rápidas de crecimiento mecanismos poco desarrollados para evitar el estrés y tejidos suaves

Dentro del área de estudio el consumo expresado como el porcentaje de hojas con señales de ataque por herbívoros de todas las muestras de hojas es variable

Segun Jimenez (1971) las plantulas de *Rhizophora mangle* L recién establecidas pueden ser atacadas por *Poecilips rhizophorae* o comidas por los cangrejos o los monos también señalan Romero *et al* (2006) una serie de invertebrados como responsables del herbivorismo en las hojas de mangle entre ellos insectos crustaceos y moluscos gasterópodos

y Orihuela *et al* (2004) señalan que los manglares aun cuando presentan defensas formidables ante el ataque de algunos organismos pueden ser afectados drásticamente por otros al variar algunos de los parámetros ambientales como la salinidad y el nivel de inundación

VI 5 1 2 Porcentaje de área foliar consumida.

El área foliar consumida mostro para la estacion seca valores que oscilaron entre 20 6% y 25 4 % y para la lluviosa valores entre 10 0 % y 22 4 % y como totales por estación 22 9 % en la seca y 13 6 % en la lluviosa. Al considerar los resultados podemos determinar que durante la estacion seca hay mayor consumo de tejido foliar por herbivoría en las plántulas de *Rhizophora mangle* L. Este hecho coincide con lo encontrado por Orihuela *et al* (2004) en Pampa Murillo donde se da un incremento de consumo con el aumento de salinidad y la temperatura en epoca seca, por el contrario durante los meses mas lluviosos (junio julio) este fenómeno disminuyó notablemente

Es necesario señalar que los porcentajes de herbivoría en las hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L son iguales o superiores al 10 0 % contrario a lo encontrado por Romero *et al* (2006) en el estuario del rio Dagua donde el porcentaje de área foliar consumida es inferior al 10 0 %

Las plántulas de *Rhizophora mangle* L juegan un papel importante en la red trófica del sistema estuarino en Isla de Cañas al ser fuente de alimento para una variada cantidad de organismos herbívoros quienes a su vez se convierten en reguladores de estas poblaciones de mangle

VI 5 2 Efectos de hongos sobre *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas

Los resultados obtenidos muestran la presencia de una variedad de hongos como componentes del bosque de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas. Entre ellos menciono a *Cytospora rhizophorae* el cual se encuentra especialmente sobre troncos de árboles muertos como descomponedor igual lo señalan Nieves Rivera (2005) en Puerto Rico y Piepenbring (2006) para Panamá. En Isla de Cañas además se observó en diversas ocasiones sobre troncos de árboles vivos en secciones muertas del mismo con mayor acentuación durante la estación lluviosa, tanto en arbustos como en árboles.

Otra especie que causa efectos fitopatológicos como deformaciones en raíces, ramas y tallos de *Rhizophora mangle* L es *Cylindrocarpon* sp. En esta investigación queda demostrada la alta incidencia del mismo sobre los individuos del rodal y que la afectación de los individuos de *Rhizophora mangle* L por el hongo se da desde la etapa de arbustos como lo demuestran los diversos registros sobre este evento. Nieves Rivera (2005) indica que al parecer la liberación de ácido indolacético por parte del hongo estimula la división celular en el mangle lo que conlleva a reacciones y descontroles en la planta, estimulando el crecimiento desordenado del tejido local lo que induce a la formación de estos nódulos o malformaciones.

En Isla de Cañas se observó en la mayoría de los casos que existe una comunicación de los termiteros con estas malformaciones (Figs 39 abc y A 42). Esto puede ser un indicativo de deterioro del árbol por el efecto de las termitas sobre la celulosa, lo que también disminuye la calidad de los mismos si los evaluamos desde el punto de vista fitosanitario.

En el componente plántulas llamó poderosamente la atención el hecho de la infestación del tejido foliar de las mismas por hongos que causan necrosis del mismo. Los

resultados muestran la presencia del hongo *Phoma sp* como responsable del deterioro de las hojas de las plántulas. Los síntomas característicos en las hojas causados por *Phoma sp* son lesiones necróticas de color gris claro y bordes pardo oscuro a chocolate o manchas chocolates y cuando el estado es avanzado es quebradizo en muchas ocasiones desprendiéndose parte del material vegetal afectado similar sintomatología reporta (Calzada, 1999)

La presencia de *Phoma sp* también registro la presencia de bacterias y de escamas que causan daños al tejido foliar y cuya sintomatología es la presencia de manchas amarillas convirtiéndose esto en un fuerte estresor biológico que afecta el desarrollo de las plántulas y una limitante más para su desarrollo aparte de la herbivoría y factores fisicoquímicos que en la actualidad favorecen la diseminación de los mismo en las plántulas

VI 6 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PAPEL QUE JUEGAN LOS RECURSOS DEL MANGLAR EN BENEFICIO DE LOS USUARIOS EN ISLA DE CAÑAS TONOSI

VI 6 1 Recursos florísticos del manglar de importancia en Isla de Cañas para los usuarios

Los recursos vegetales del manglar en Isla de Cañas son extraídos para usos domésticos o de subsistencia. Se extrae leña, según los pobladores ésta se obtienen sólo de los árboles que han muerto por factores naturales y son aprovechados por la comunidad mientras las astillas o estacones para cercas solera o cadenas varas o barrotes y horquetas son obtenidos de material vegetal verde ya, que estas llevan un proceso para el secado y así lograr más durabilidad la mayoría de este material se extrae de plantas jóvenes (Fig 42) Esto es similar a lo reportado para el manglar de Boca La Laja, Provincia de Los Santos Dominguez & Vásquez (2003) y a lo reportado por Tovilla & Orihuela (2005) para la zona costera de Barra de Tecoanapa en Mexico donde los habitantes utilizan tres especies de

mangles el mangle botoncillo blanco y rojo La madera se usa en construcciones rusticas como varas morillos soleras vigas

La especie *Rhizophora mangle* L es la que mayor utilidad presento segun se desprende del análisis de los resultados donde se le utiliza para astillas o estacones para cerca, soleras o cadenas varas o barrotos horquetas y para leña coincide esto con Castillo (1996) quien señalo similares usos de la especie en otros manglares de Azuero lo que nos lleva a pensar que esta especie es promisoría en comunidades costeras que utilizan los recursos del Bosque de manglar

En Isla de Cañas las actividades de extracción de recursos del manglar no son consideradas actividades relevantes para el sustento de las familias ya que se desarrollan otras actividades de mayor aporte económico Contrario a lo que ocurre con la población en otras zonas de manglar del País como lo es Chame Azuero (Desembocadura del río Santa María hasta desembocadura del río Guararé) y Chiriqui donde existen pequeñas comunidades que ven en el manglar la única fuente de trabajo donde obtienen su sustento y productos forestales como varas astillas de leña, postes para la construcción, postes para cercas muletillas carbón, cáscara para tanino etc (Castillo 1996) y a lo que sucede en los sitios cercanos a la comunidad de Barra de Tecoanapa donde están en un 40 5% sobreexplotados en éstos la excesiva extracción de madera ha creado grandes claros con bosques residuales de difícil recuperación (Tovilla & Orihuela, 2005)

VI 6.2 Recursos faunísticos asociados al manglar de importancia económica para los usuarios en Isla de Cañas

En Isla de Cañas a pesar de las condiciones de pobreza, la presión hacia las especies animales marino-costeras de importancia económica asociada al manglar se puede

considerar mínima en comparación con otras zonas de manglar del País como señalan INRENARE (1994) y Castillo (1996) también el hecho de ser la Isla parte del Refugio de Vida Silvestre minimiza el impacto directo sobre los recursos del manglar los entrevistados mencionan que desarrollan actividades como la agricultura (Figs A43 A44 A 45 y A 46) colecta de huevos de tortugas pesca en mar abierto colecta de almejas confección de sombreros vestidos y el turismo A pesar de no haberse considerado en la entrevista, la principal actividad económica en época seca es el cultivo de sandía, sin embargo no involucra a la totalidad de la población

De las 16 especies de peces hay 8 que se consideran de primera, mientras que 8 son consideradas revoltura, que según Vega (2004) es una categoría donde se encuentra un gran número de especies pertenecientes a diferentes familias y que es comercializada a precio más bajo y se considera de menor calidad

Isla de Cañas cuenta con un gran potencial en especies útiles para el consumo y el comercio proveniente del manglar 37 especies potenciales de animales y de 5 especies de mangle

Es importante destacar que la concha negra es la especie más explotada, debido a un mercado que se presenta atractivo y al parecer bien remunerado fuera de la Isla.

También hay que considerar que la diversidad y abundancia de las especies varían a lo largo del año y esto determina qué especies se consumen o cuáles van a los mercados

La entrevista reveló que para extraer los recursos del manglar los usuarios utilizan métodos tradicionales y que el uso del recurso es para la subsistencia y en menor grado para la comercialización, esto es similar a lo que ocurre en otros manglares tal como reportaron

Tovilla & Orihuela, (2005) para la zona costera de Barra de Tecoanapa en México donde la captura de animales silvestres es una práctica de subsistencia para algunos habitantes de este humedal que se dedican a esta actividad mientras que otros participan en forma ocasional en la extracción de huevos de tortuga.

Resaltamos el convencimiento de los entrevistados en Isla de Cañas acerca de la relevancia del manglar como un medio proveedor de recursos y que deben conservarlo. A pesar de que el manglar no es el medio de sustento soporte de la población en Isla de Cañas se hace necesario que la función de orientación a la comunidad por la ANAM sea más continua, con fundamento científico y legal donde ellos puedan internalizar la relevancia de este recurso y que formen parte del componente humano que participe en futuros planes de manejo para el área, con miras a la conservación de este recurso.

VII CONCLUSIONES

- 1 El bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas se clasifica como manglar de borde
- 2 El principal componente de la hojarasca es el aporte de hojas los valores de productividad de hojarasca no presentan diferencia significativa entre las estaciones secas y lluviosas además resalta el hecho que durante la estación seca el componente flores es alto y disminuye gradualmente mientras se acerca la época lluviosa, época en la cual es importante la presencia de propagalos
- 3 Los sedimentos en Isla de Cañas para la estación seca son de tipo arenoso mientras que para la estación lluviosa, debido a la influencia del alto componente terrigeno que entra al sistema, se caracteriza por ser areno lodoso en P1 y en P2 y P3 durante la mitad de este periodo es lodo-arenoso y al final de la misma cambia a areno lodoso Queda demostrado estadísticamente que el peso de la arena fina es proporcionalmente importante para la estación seca, mientras que el componente limo arcilla lo es durante la estación lluviosa
- 4 En los sedimentos los niveles de las concentraciones de los minerales N P K, Cu muestran diferencias significativas entre la estación seca y la lluviosa contrario a lo que ocurre con Al Mg Mn, Ca, Zn y Fe que presentan mayor estabilidad
- 5 Las concentraciones medias de metales pesados para sedimentos aguas y tejido foliar nos indican que hay una tendencia a encontrarse mayores niveles en el tejido foliar Hasta el momento no representan peligro para el sistema y sus componentes a excepción del cobre en el sedimento que presenta una concentración ligeramente superior a los límites permisibles
- 6 En las aguas del canal estuarino el pH la temperatura, el oxígeno disuelto y la salinidad presentan valores dentro de los estándares normales para ambas estaciones del año

mientras que los nutrientes muestran valores inferiores de concentración durante la estación seca y mayor durante la estación lluviosa, contrario a lo que ocurre con la clorofila

- 7 Las plantas de *Rhizophora mangle* L en Isla de Cañas presentan patologías como deformaciones en raíces troncos y ramas causadas por *Cilindrocarpum sp* y la presencia de termites Por otro lado las plántulas son sujeto de la acción de herbívoros de agentes patógenos fungicos como *Phoma sp* y también bacteriológicos lo que nos permite decir que el manglar en la actualidad tiene un fuerte componente estresor biológico que impacta negativamente al mismo
- 8 Contrario a lo que ocurre en otras zonas del país en Isla de Cañas a pesar de las bajas condiciones económicas de la población, se puede decir que su impacto hacia el manglar es minimizado por las actividades agrícolas que se desarrollan en la Isla (Ej Cultivos de sandía) durante la estación seca, la pesca mar afuera, las actividades conexas al turismo y la colecta de huevos de tortugas durante la estación lluviosa.

VIII RECOMENDACIONES

- 1 Dada la presencia de camaroneras y proyectos ganaderos en las zonas cercanas a Isla de Cañas y proyectos agrícolas tanto en la Isla como en las áreas aledañas se hace necesario continuar con investigaciones acerca de la presencia de metales pesados y plaguicidas y establecer un monitoreo permanente para el mantenimiento de la calidad de las aguas estuarinas y del componente biótico que de él depende**
- 2 La labor de la ANAM en el Refugio de Vida Silvestre debe ser más acentuada para alcanzar mejor efectividad y asegurar el mantenimiento del mismo y sus recursos**
- 3 Implementar programas de educación ambiental para los isleños y comunidades aledañas al Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas**
- 4 Realizar investigaciones encaminadas a contribuir con la caracterización total del Bosque de Manglar en la Isla como en el resto del Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas**
- 5 Utilizar los resultados obtenidos para valorar este ecosistema de manglar monitorear y que sea línea base para un plan de manejo integral en beneficio del Bosque de Manglar y que sus recursos sean sostenibles a través del tiempo**

IX BIBLIOGRAFIA

American Public Health Association 1983 Standard methods for the examination of water and wastewater 15 ed Amer Publ ealth Assoc New York 874 pp

ANAM 2000 Proyecto de conservacion y repoblacion de las areas amenazadas del bosque de manglar del pacifico panameño

ANAM 2005 Valoracion economica de los recursos naturales y disenio de un sistema de cuentas ambientales satelite en el marco de las cuentas nacionales de Panama 131p

ANAM 2007 Normas de calidad ambiental para aguas naturales Informe final Estudios tecnicos y cientificos Panama Tomo 111 286 p

Anguizola R V Cedeno & G Sopalda 1988 Inventario de manglares de la Republica de Panama Instituto Geografico Nacional Tommy Guardia 24 p

Bejerano A H Santizabal & F A Zapata 1993 Estructura del bosque y granulometria del suelo en un manglar de ribera de la costa pacifica colombiana CCCP Boletín Científico 4 37 45

Bonilla J S Aranda C Ramirez Moya & A Marquez 2003 Calidad de los sedimentos superficiales de la Ensenada Grande del Obispo Bol Inst Oceanogr Venezuela Univ Oriente 42(1&2) 3 27

Calzada C M 1999 Enfermedades foliares causadas por hongos en mangle rojo (*Rhizophora mangle* L) en la Parguera Puerto Rico PhD Thesis University Puerto Rico 62 p

Camara A R R Diaz J Martinez M Moron C Gomez E Tabares & A Vega 2004 Directrices de gestion para la conservacion y desarrollo integral de un humedal

Centroamericano Golfo de Montijo (litoral del Pacifico Panama) Panama Embajada de Espana en Panama 299 p

Campos N H & M C Gallo 1997 Contenidos de Cd Cu y Zn en *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* de la Cienaga Grande de Santa Marta y Bahia de Chengue costa caribe colombiana INVERMAR Revista de la academia colombiana de ciencias exactas 21(79) 73 90

Carmody O B Pearce & J Yasso 1973 Trace metals in sediments of New York Bight Mar Poll Bull 4 132 135

Carrasquilla L 1987 Estudio floristico de la Isla de Canas Rev Antataura Universidad de Panama Panama 117 131pp

Cartaya S W Mendez & L Gonzalez 2005 Geomorfologia y sedimentologia de los ambientes depositacionales recientes del complejo estuarino de los rios Hueque y Curari Estado Falcon, Venezuela Investigaciones Geograficas 58 7 33

Casanova R. & J Betancourt 1997 Caracterizacion y evaluacion de la calidad del agua de la Ensenada de Tumaco Centro Control Contaminacion del Pacifico Colombia Boletin Cientifico 45 55 pp

Castaing A J M Jimenez & C R Villalobos 1980 Observaciones sobre ecologia de los manglares de la costa pacifica de Costa Rica y su Relacion con la Distribucion del Molusco *Geloina inflata* (Philippi) (Pelecypoda corbiculidae) Rev Biol Trop 28 323 337

Castillo A 1996 Proyecto de Manejo Conservacion y Desarrollo de los Manglares de Panama (INRENARE/ OIMT) Parcelas Permanentes de Crecimiento Establecidas en los Manglares de Panama 58 p

CCCP 1991 Sinopsis bioecologica de algunos sectores de la costa pacifica narinense con énfasis en estudios de calidad de agua Colombia Vol 2 63 69 pp

Chang J 2008 Dinamica poblacional d postlarvas y juveniles de camarones de la familia peneidae en el Golfo de Montijp Pacifico panameño Univrsidad de Panama Tesis de Maestria 146pp

Chauhan O S & A K Chaubey 1989 Comparative studies of moment graphic and ph measures on the sands of the East Coast beaches India Sedimentary Geology 65 183 189

Chial B & J Villarreal 1994 Distribucion de los nutrientes disueltos (Fosfatos Nitratos y Nitratos) en la Bahia de Chame Golfo de Panama 110 131 Centro de Ciencias del mar y limnologia Universidad de Panama Simposium ecosistema de manglares en el Pacifico centroamericano y sus Recursos de Postlarvas de camarones Peneidos San Salvador 8 11 Nov PRADEPESCA

Chiappome M 2001 Conservacion de la calidad del agua en areas marinas protegidas Estudio del Parque Nacional del Este Republica Dominicana The nature Conservancy 244 p

Cintron G A Lugo D Pool & G Morris 1978 Mangrove of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands Biotropica 10 110 121

Cintron G & Y Schaeffer Novelli 1983 Introduccion a la ecologia del manglar UNESCO Montevideo 109 p

- Cintron G & Y Schaeffer Novelli** 1984 Methods for studying mangrove structure In Snedaker S C and Snedaker J C (eds) Monographs on oceanographic methodology UNESCO Paris pp 91 115
- Cintrón G & Y Schaeffer Novelli** 1985 Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur America Ciencia Interamericana Vol 25 Nos 1-4 pp 4-15
- Cintron G C Goenaga & A E Lugo** 1980 Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas aridas Memorias del seminario estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares UNESCO Montevideo 18 32
- Contraloria General de la Republica** 2000 Estadística y Censo Censo de Poblacion y Vivienda Panama Republica de Panama
- Cordoba L J Hernandez L Melgar Osorio D & D Saavedra** 1998 Desarrollo del Ecoturismo en las areas silvestres de Azuero Universidad Tecnologica de Panama Panama
- D Cruz, L & B Kwiecinski** 1979 Contribucion de los manglares a las pesquerias de la Bahia de Panama Rev Biol Trop 28(1) 13 29
- D Cruz, L & J Del Rosario** 1986 Ecologia de la vegetacion de la cuenca inferior del rio Chiriqui su posible relacion con las obras hidroelectricas En D Hernandez & D Cruz (eds) Evaluacion Ecologica del Rio Chiriqui en relacion a la construccion de la represa hidroelectrica Edwin Fabrega (Fortuna) *Centro de Ciencias del Mar y Limnologia Univ de Panama*
- Dawes C J** 1991 Botanica Marina Editorial Limusa S A Mexico 653 p

Dominguez E & J Vasquez 2003 Determinacion del efecto de las actividades humanas sobre algunos factores ecologicos en la comunidad de manglares del sector de Boca de la Laja en la Provincia de Los Santos USMA 83 p

Durán I & J Gomez 2001 Concentraciones de hierro cobre y zinc en los tejidos de *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda Arcidae) durante la estacion lluviosa y la estacion seca (Octubre 1998 marzo 1999) en Punta Chame Panama Republica de Panama Tenociencias 32(2) 43 53

Estandares Ambientales Aplicables 2000 Operacion en Costa Canadian environmental quality guidelines for marine sediments

ETESA 2007 Servicio de Hidrometeorologia

Escallon CH & M Rodriguez 1982 Introduccion al estudio del ecosistema de mangles en el Parque Nacional Natural Sanquianga Departamento de Narino Tesis de grado Universidad Nacional Colombia 85 p

Felix E O Holguin A Hernandez & F Flores 2006 Produccion Primaria de los mangles del Estero el Conchalito en Bahia de La Paz (Baja California Sur) Universidad Autonoma de Baja California Mexico Ciencias Marinas 32 53 63

Folk, R.L & W C Ward 1957 Brazos river bar A study in the significance of grains size parameters J Sed Petrol 27 3 27

Frith M & F Ubiera 2001 Normas sobre calidad de agua y control de descargas Secretaria de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales Republica Dominicana 53 p

Fuentes H M V 1999 Metales trazas en los sedimentos superficiales de la Laguna de Chacopata Estado de Sucre Venezuela Scientia, Panama 14 (1) 97 116

Gabriel R. R 1978 A simple method of multiple comparison of means J Amer Stat Assoc 73 (38) 721 729

Gamboa B & Bonilla, J 1983 Distribucion de metales pesados (Fe Mn Cu y Zn) en sedimentos superficiales de la cuenca Tuy Cariaco Bol Inst Oceanogr Venezuela, Univ Oriente 22 (1 & 2) 103 110

Garcia I J Gaviria M Prada & R Alvarez 2002 Produccion de hojarasca de los manglares de la Isla de San Andres Caribe colombiano Colombia Rev Biol Trop 50(1) 273 291

Garcia J & A Ramirez 2004 Evaluacion de los sedimentos del Sistema Lagunar UNARE PIRITU Metales pesados Universidad Central de Venezuela Venezuela Tesis de Maestria 127 p

Gomez, F D Flores J Ramos L Ayala & A Sosa 2007 Caracterizacion textural de los sedimentos en la zona costera Campeche – Tabasco Universidad Autonoma de Campeche Mexico JAINA Boletin Informativo Vol 17 31 42

Gomez L J & R Flores R 2003 El fascinante mundo del manglar Universidad de Quintana Roo Mexico Programa de Manejo Integrado de Recursos Costeros Secretaria de Marina Armada de Mexico 40 p

Gomez, J M Fuentes O Leone & C Vega 2006 Caracteristicas geoquimicas de los sedimentos superficiales de la Bahia de Panama Universidad de Panama Tecnociencia 8 (1) 113 132

Gomez N 1984 Balance de nitrógeno y fósforo en un manglar de la costa de la bahía de Panama Tesis de licenciatura Universidad de Panama 62 p

Goti I 1991 Reclutamiento abundancia y distribución de pos larvas de camarones (*Penaeus* spp) (Crustacea Penaeidae) en el Estero Morales Puntarenas durante periodos de luna nueva del año 1987 Tesis de Maestría Univ De Costa Rica 214 p

Grimaldo M del C & L E Medina 1984 Contribución nutritiva de los manglares a la zona costera del Golfo de Panama Tesis de Licenciatura Universidad de Panama 73 p

Hernandez Alcantara P & V Solis Weiss 1995 Algunas comunidades macrobentónicas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en Laguna Terminos Golfo de Mexico Rev Biol Trop 43(1 3) 117 129

Hernández, A & K Mullen 1979 Productividad Primaria neta en un Manglar del Pacífico Colombiano en Memorias del Seminario sobre el Pacífico Colombiano Universidad del Valle Colombia 664 685 pp

Herrera R y V Rios 1997 Análisis del sedimento y organismos de la infauna de Playa El Salado Aguadulce Tesis de Licenciatura Universidad de Panama 60 p

Holdridge L R. 1978 Ecología basada en zonas de vida IICA Costa Rica 216 p

Holme N A & A D McIntyre 1971 Methods for the study of marine benthos IBP Handbook No 16 Blackwell Scientific Publication Oxford 334 p

Horna R 1980 Relación suelo y mangle (*Rhizophora mangle* *Conocarpus erectus* *Laguncularia racemosa* *Avicennia nitida*) 195 213 En Memorias del seminario sobre El

Estudio Científico e Impacto Humano en Ecosistemas de Manglares Cali 27 de Nov a 1 de Dic UNESCO

INRENARE 1994 Diagnostico Socio Economico de los beneficiarios del Manglar del Area de Azuero Panama 22 p

INRENARE 1996 Diagnostico y Evaluacion de las actividades dentro de las cuencas en las areas del proyecto manejo conservacion y desarrollo de los manglares Panama OIMT 1 28 pp

INRENARE 1997 Medicion y Cubicacion Forestal Cubicacion de arboles maderables CEMARE Panama 8 17 pp

Instituto Geografico Nacional Tommy Guardia 2007 Atlas Nacional de la Republica de Panama Panama IV Edicion 290 p

Jayasekeira R 1991 Chemical composition of the mangrove *Rhizophora mangle* L Journal plant physiol Sri Lanka 138 119 121

Jiménez, J A 1971 *Rhizophora mangle* L mangle colorado Rhizophoraceae Biotropica 3(2) 109 124

Jimenez, J A 1994 Los manglares del Pacifico Centroamericano Ed Fundacion UNA, Costa Rica 336 p

Jimenez J A 1999 Ambiente distribucion y características estructurales en los Manglares del Pacifico de Centro America Contrastes climaticos pp 51 70 en A Yañez–Arancibia y A L Lara–Dominguez (eds) Ecosistemas de Manglar en America Tropical Instituto de Ecologia A C Mexico

McKay A A 2000 Clima y Biodiversidad Una nueva clasificacion de los climas de Panama Rev Loteria 431 47 61

Medina E A E Lugo & A Novelo 1995 Contenido mineral del tejido foliar de especies de Manglar de Sontecomapan (Veracruz, Mexico) y su relacion con la salinidad Biotropica 27 317 32

Melo O & R Vargas 2003 Evaluacion ecologica y silvicultural de ecosistemas boscosos Universidad del Tolima Colombia 183 p

Mendieta J 2006 Las plantas en el bosque de mangle Tecnociencia 8 (2) 7 21

Mendiguchia C 2005 Utilizacion de ultratrazas de metales pesados como trazadores de los efectos antropogenicos producidos en ecosistemas acuaticos Universidad de Cadiz Tesis doctoral 373 p

Mortimer C H 1942 The Exchange of dissolved substances between mud water in lakes J Ecol 29 280 329

NASA 2008 Google earth

Nieves Rivera A M 2005 Coastal mycology of Puerto Rico A Survey and biological aspects of marine estuarine and mangrove fungi Phd Dissertation Univ of Puerto Rico 382 p

Olavarria Y 2007 Determinacion de trazas de cadmio en Cholga (*Aulacomya ater*) Chorito (*Mytilus chilensis*) y Ostra chilena (*Ostrae chilensis*) en la zona de Chiloé (Hueihue) Universidad Austral de Chile Tesis de Licenciatura 117 p

Olivas R M De la Ovillanueva & A Villalba 1992 Estudio sedimentológico de la Laguna costera Santa Rosa Sonora Mexico *Acta Oceanografica del Pacifico Ecuador* 8(1) 95 108

Olivos O A J de J Salas G Garcia M A Galicia E Torres & S Quijano 2002 Distribucion horizontal de nutrientes y clorofila a sobre la plataforma continental del Estado de Colima Mexico 53 65 En M C Jimenez & E Espino (Eds) *Los Recursos Pesqueros y Acuicolas de Jalisco Colima y Michoacan*

Olsen S T Padma & B Richter 2006 Guia para el manejo del flujo de agua dulce hacia los estuarios Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional Estados Unidos de America 52 p

Orihuela D E C Tovilla Hernandez H F M Vester & T Alvarez Legorreta 2004 Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas Mexico *Madera y Bosques Numero especial* 2 45 61

Osorio O O 1994 Situacion de los manglares de Panama 176 – 193 En D Suman (ed) *El ecosistema de manglar en America Latina y la cuenca del Caribe su manejo y conservacion* Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science & The Tinker Foundation

Palacios M A & E Vargas 1991 Determinacion de la productividad primaria del manglar en Cabo Manglares Costa pacifica colombiana *Boletín Científico CCCP Colombia* 2 50 68

Pannier R. & F Pannier 1977 Estructura y dinamica del ecosistema de manglares un enfoque global de la problemática pp 46 53 en memorias del seminario organizado por UNESCO 1978 Oficina regional de ciencia y tecnologia para America latina y el Caribe Montevideo

- Parra J & L Espinoza** 2007 Acumulacion de Pb Cd y Zn en sedimentos asociados a *Rhizophora mangle* en el rio Sevilla, Cienaga Grande de Santa Marta Colombia Rev Acad Colomb Cienc 31(120) 347-354
- Piepenbring M** 2006 Inventoring the fungi of Panama Biodivers Conserv 16(1) 73-84
- Pinheiro Jr A A L A T Oliveira R M Franco & J c Carvalho** 2000 Colimetria de agua marinha em areas de cultivo e extrativismo de mexilhoes no Municipio de Niteroi RJ [Coliform enumeration in mussel growing waters from Niteroi city RJ Brazil] Brazil Arq Bras Med Vet Zootec 54(4) 432-440
- Pugibet E M Vega & F Geraldine** 2006 Protocolo de Monitoreo a largo plazo estuario Yuna Barracote y Bahia de Samana Republica Dominicana The Nature Conservancy Proyecto 9 20 06 Acuario Nacional 84 p
- Quezada M** 1994 Composicion floristica de la vegetacion de manglar de la Bahia de Jiquilisco Usulután El Salvador Simposium ecosistema de manglares en el pacifico centroamericano 210-220 pp
- Ramirez L** 2005 Factores que afectan la propagacion y establecimiento de *Avicennia germinans* l en ambientes degradados de regiones semiaridas subtropicales Universidad de Puerto Rico Tesis de Maestria 108 p
- Ramos E & M Medina** 2002 Seminario de Guías Turísticas Refugio de Vida Silvestre Isla Canas Tesis de Licenciatura Universidad de Panama Panama
- Reyes De la Cruz A O Lopez Ocaña, G & H Hernandez Trejos** 2002 Evaluacion preliminar de los efectos de la inundacion y la herbivora sobre plantulas de mangle Universidad y Ciencia Volumen 18 Numero 36 135-139 pp

Reyes E 1995 Estructura funcional de los manglares y su relacion con la calidad ambiental de las costas tropicales y de los recursos pesqueros I II Instituto de Ecologia Costera Universidad estatal de Lousiana/Symposium Ecosistema de manglares en el Pacifico Centroamericano y sus recursos de Post larvas de camarones peneidos San Salvador 8 11 Nov PRADEPESCA

Reyes M & C Tovilla 2002 Restauracion de areas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas Mexico Madera y Bosques Numero especial 103 114 pp

Riley J P y R Chester 1980 Introduccion a la quimica AGT Mexico 450 p

Rodriguez, E & S Aguilar 1988 Modificaciones morfologicas y distribucion de la especie *Lycopodium cernuum* L en la Provincia de Veraguas Republica de Panama Tesis de Licenciatura Universidad de Panama 57 p

Romero I J Cantera & E Pena 2006 Consumo de hojas por herbivoros en manglares del estuario del Rio Dagua, Costa Pacifica Colombiana Rev Biol Trop (Int J Trop Biol ISSN 0034 7744) Vol 54 (4) 1205 1214

Sadiq M 1992 Toxic Metal Chemistry in marine Environments Nueva York Marcel Dicker Inc 389 p

Saenger P y S C Snedaker 1993 Pantropical trends in mangrove above ground biomass and annual litterfall Oecologia, 93 293 299

Salazar J J Rosas & J Rodriguez 2003 Condiciones sedimentologicas de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela Interciencia Venezuela Vol 28 pp 44 50

Sammaruga 1989 Comparacion de medios de cultivos con salinidad controlada en la enumeracion de bacterias heterotroficas en una laguna costera Uruguay Rev Biol Tropical 37 (2) 203 206

Sanchez L R Miro R Montanez & N Scott Pezet 2007 Construyendo una experiencia participativa de conservacion Lecciones aprendidas de biomonitorio comunitario en el humedal Bahia de Panama Sociedad Audubon de Panama 144 p

Seip H M 1986 Surface water acidification Nature 322 118

Shepard F P & R Young 1961 Distinguishing between beach and dune sands J Sed Petrol 31 196 214

Silva A & J Acuña 2006 Caracterizacion fisico quimica de dos estuarios en la bahia de Golfito Golfo Dulce Pacifico de Costa Rica Costa Rica Rev Biol Trop Vol 54 (Suppl 1) 241 256

Simmonds J J Gomez & J Villalaz 2002 Parametros fisicoquimicos y biologicos en aguas circundantes al Canal de Panama Tecnociencias 4 (1) 47 69

Snedaker S 1982 Mangroves species zonation why? Division of biology and living resources Rosentiel School of marine and atmospheric Science Miami 15 pp

Snedaker S y C Getter 1985 Costas Pautas para el manejo de los recursos costeros Research Planning Institute Inc South Carolina 286 p

Souza M E Soriano & J Salim 1987 Distribuicao espacial e temporal dos principais nutrientes e parametros hidrologicos de Lagoa da Conceicao SC Brasil En Anales cientificos UNALM Vol Extr Memorias del 2 Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del mar 19 32 pp

- Suguio K** 1973 Introducao a sedimentologia Ed Universidade de Sao Paulo 317 p
- Steel R & J Torrie** 1985 Bioestadística principios y procedimientos 2a Mac Graw Hill (eds) Bogota
- Strickland J D & Parsons T R** 1972 A practical handbook of seawater analysis Fish Res Board of Canada Bulletin 167 310 p
- Tomlinson B** 1986 The Botany of Mangroves Cambridge University United State of America 405 p
- Torres M F Fernandez I Barriga & F Ramirez** 2006 Dinamica de las bacterias anaerobicas en las fases terminales de la mineralizacion de la materia organica en el sedimento de los ecosistemas Carretas Pereyra y Chantuto Panzacola Universidad Autonoma Metropolitana Mexico Hidrobiologica Vol 16 pp183 196
- Tosi J Jr** 1971 Inventariacion y demostraciones forestales Panama Zonas de Vida Informe Tecnico #2 FOSF/PAN 6
- Tovilla C & E Orihuela** 2005 Ecologia de los Bosques de Mangles y Algunos Aspectos Socioeconomicos de la Zona Costera de Barra de Tecoanapa Guerrero Mexico Un Estudio Integral Escuela de Biologia Marina UAS Mexico 26 p
- Tribaldos A** 2008 Guia de identificacion de mangles del humedal Bahia de Panama Proyecto de Biomonitorio Participativo en el Humedal Bahia de Panama Sociedad Audubon de Panama, Panama 19 p
- Ulloa M & R T Hanlin** 2000 Illustrated Dictionary of Mycology American Phytopathological Society St Paul Minnesota 448 p
- Universidad de Panamá** 2001 Diccionario Geografico de Panama Editorial Universitaria Carlos Manuel Gasteazoro 461p

UNESCO 1976 Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution Review of Harmful Substances Reports and Studies N 2 New York 24 pp

Vega A 2004 Evaluacion del recurso pesquero del Golfo de Montijo Panama 56 p

Villalobos R, J Justavino D Enriquez A Gonzalez M Saez H Mendoza O Ruiz & I Goti 1996 Evaluacion preliminar de la produccion de hojarasca en las Areas de Chame Azuero y Chiriqui INRENARE Panama 31 p

Yáñez Arancibia A R Twilley A Lara Dominguez 1998 Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global Madera y Bosques 4 (2) 3 19

ANEXO I

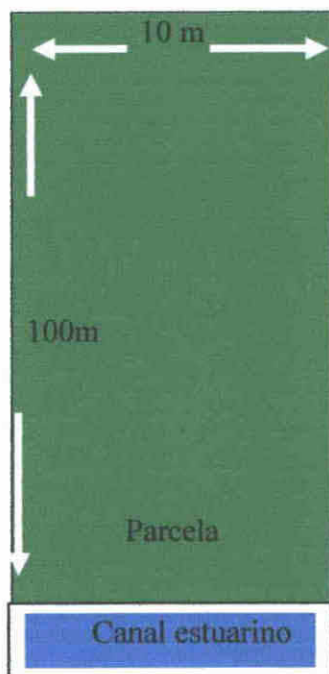


Fig. A 1 Esquema representativo del modelo utilizado en la demarcación de las parcelas (P1, P2, P3).



Fig. A 2 Vista de la parcela P1 en el Bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.



Fig. A 3 Vista de la parcela P2 en el Bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

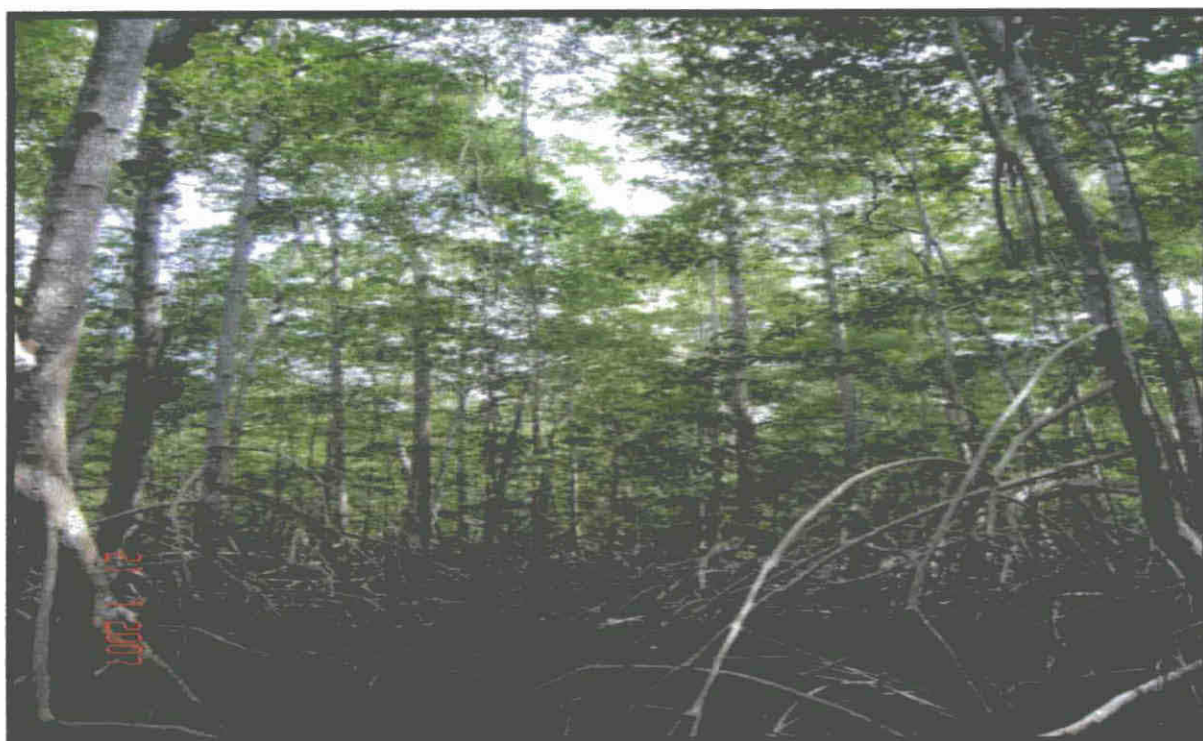


Fig. A 4 Vista de la Parcela P3 en el Bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

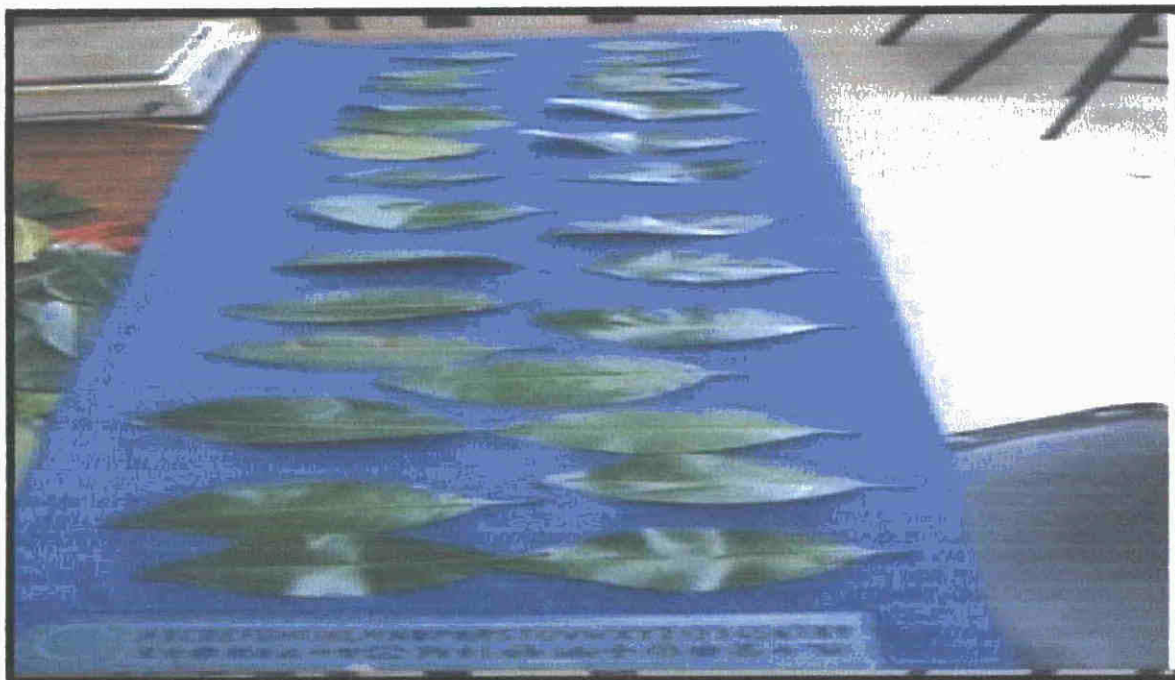


Fig. A5 Medición del largo, ancho, peso y largo de peciolo las hojas de *Rhizophora mangle* L.

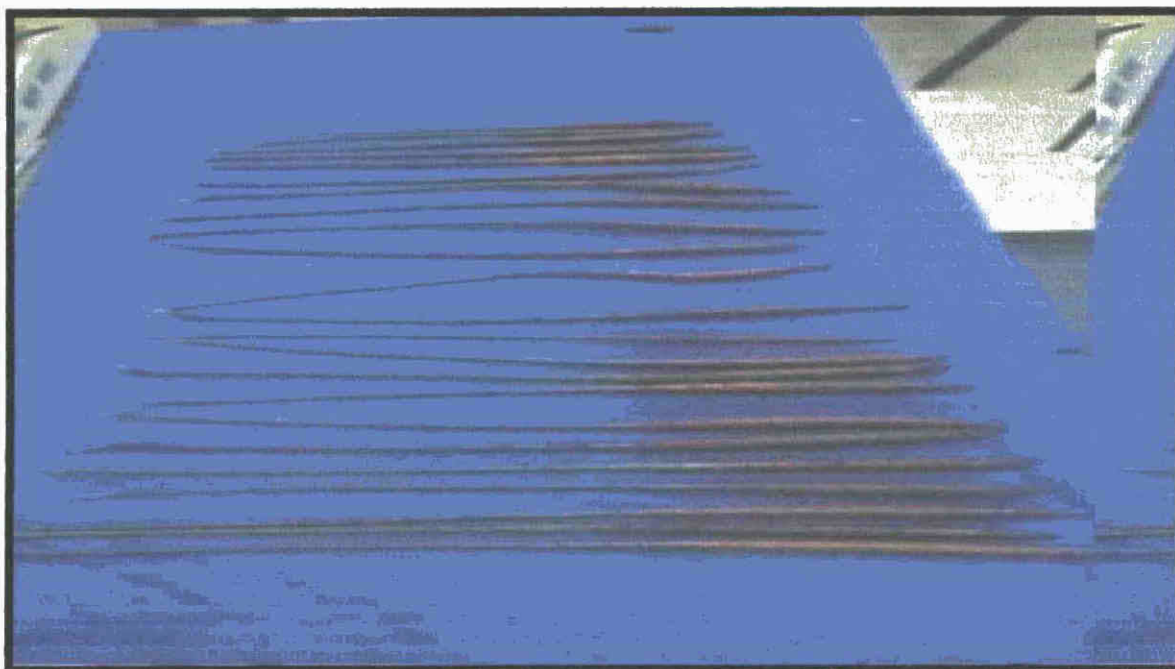


Fig. A6 Medición del largo y peso de los propágulos de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.



Fig. A7 Canastas collectoras de hojarasca en las parcelas de muestreo en Isla de Cañas.

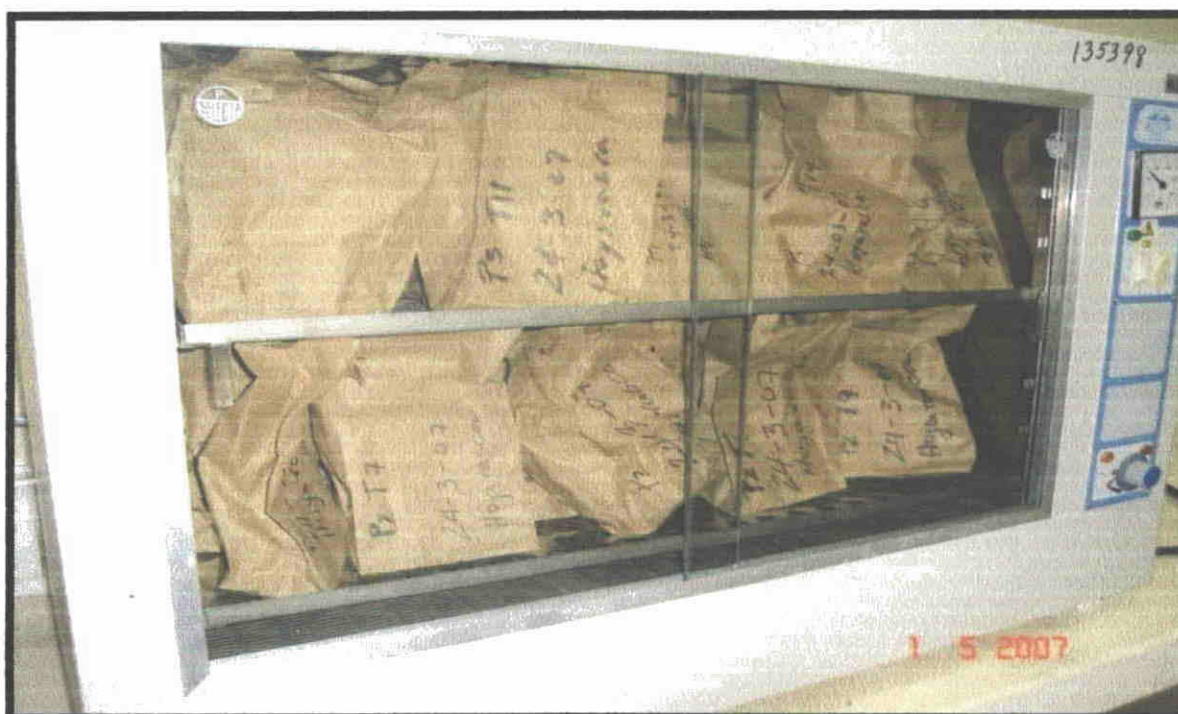


Fig. A8 Secado de la hojarasca colectada en Isla de Cañas.

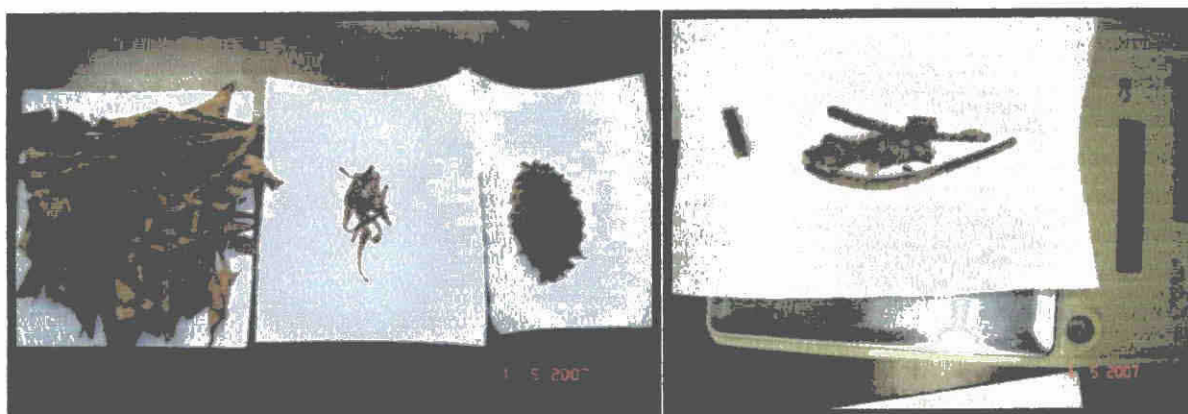


Fig. A9 Selección y peso de los componentes de la hojarasca.



Fig. A10 Medición del área afectada por herbivoría en las hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.



Fig. A11 Poblado. Isla de Cañas Centro.

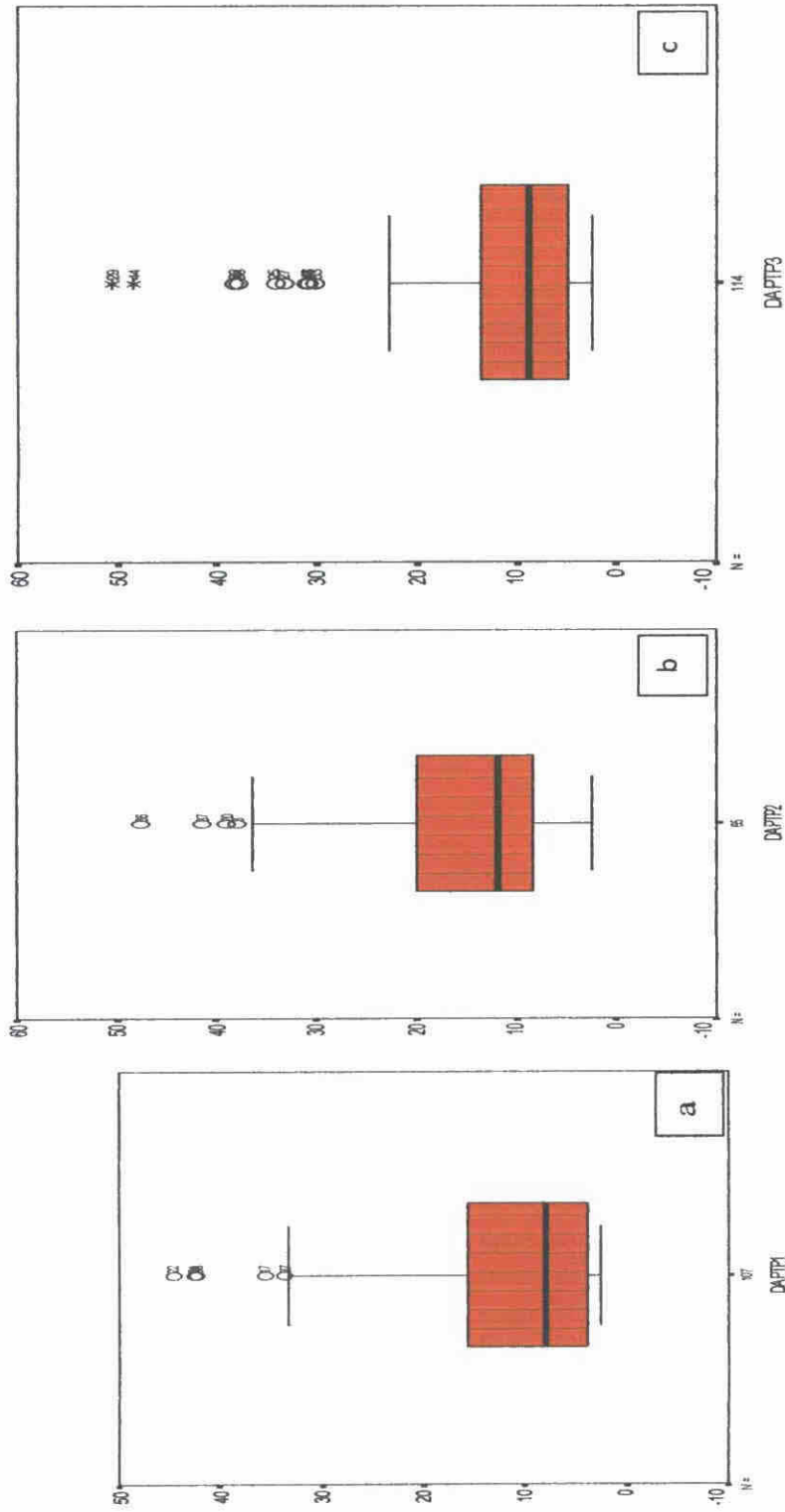


Fig.A 12. Comparación del DAP (arbustos y árboles) entre la parcelas (P1, P2, P3) en Isla de Cañas.

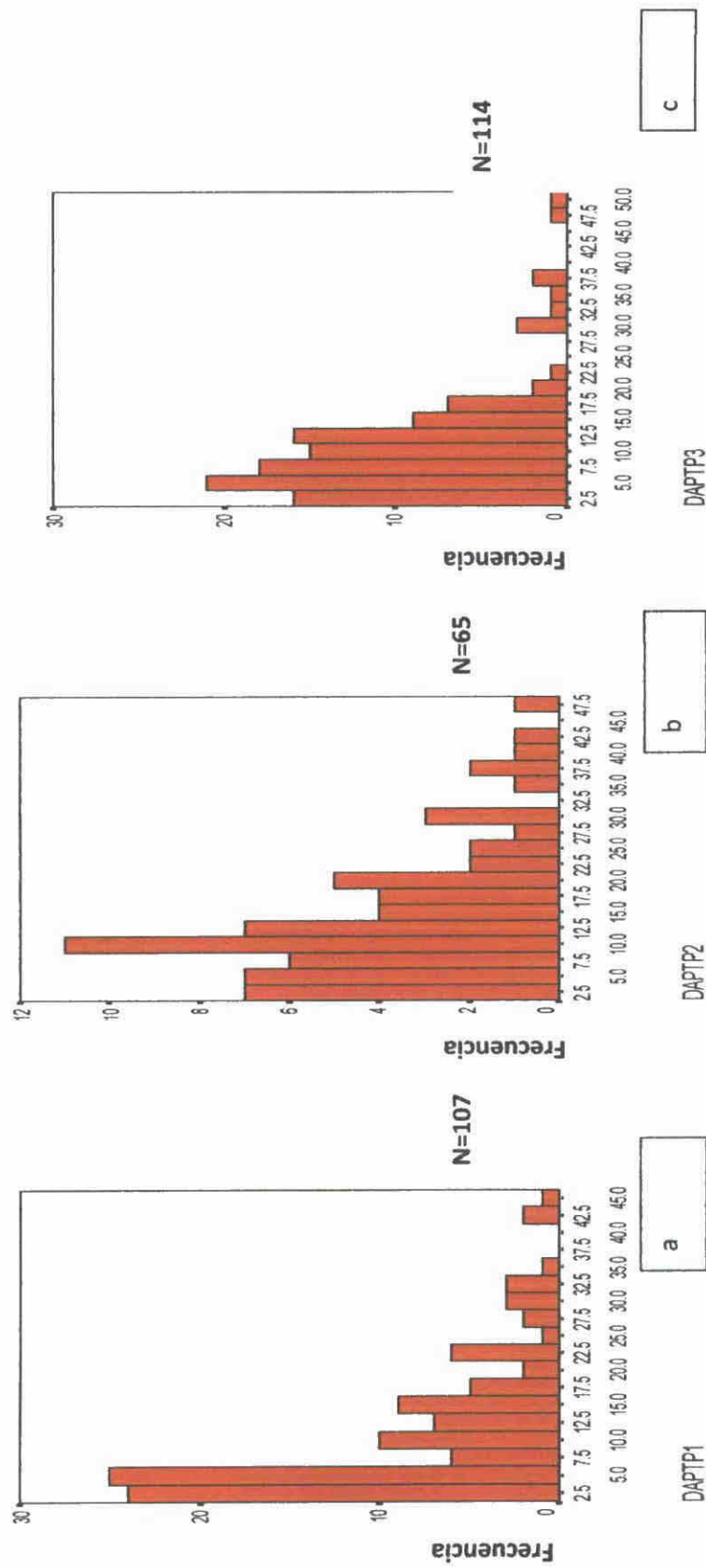


Fig. A13 (a, b, c). Distribución de las frecuencias de DAPt en los arbustos y árboles por parcela en el Bosque *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

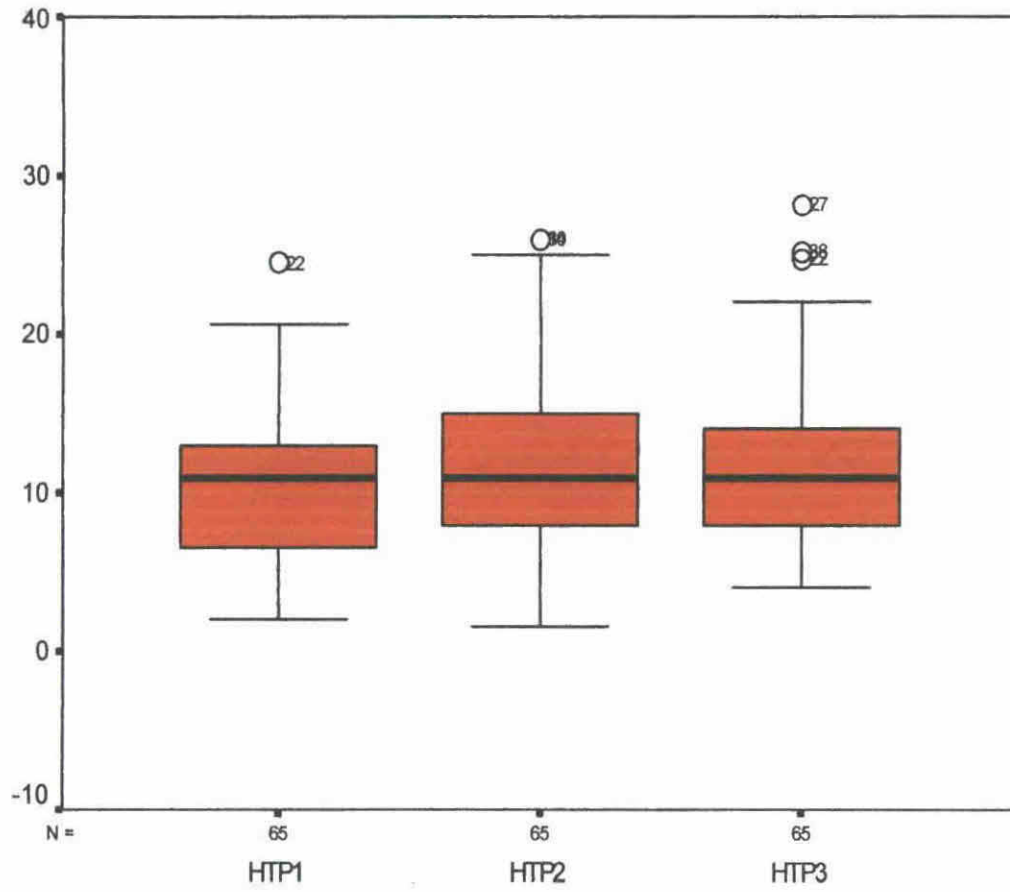


Fig. A14 Comparación de la altura (m) (arbustos y árboles) entre la parcelas (P1, P2, P3) en Isla de Cañas.

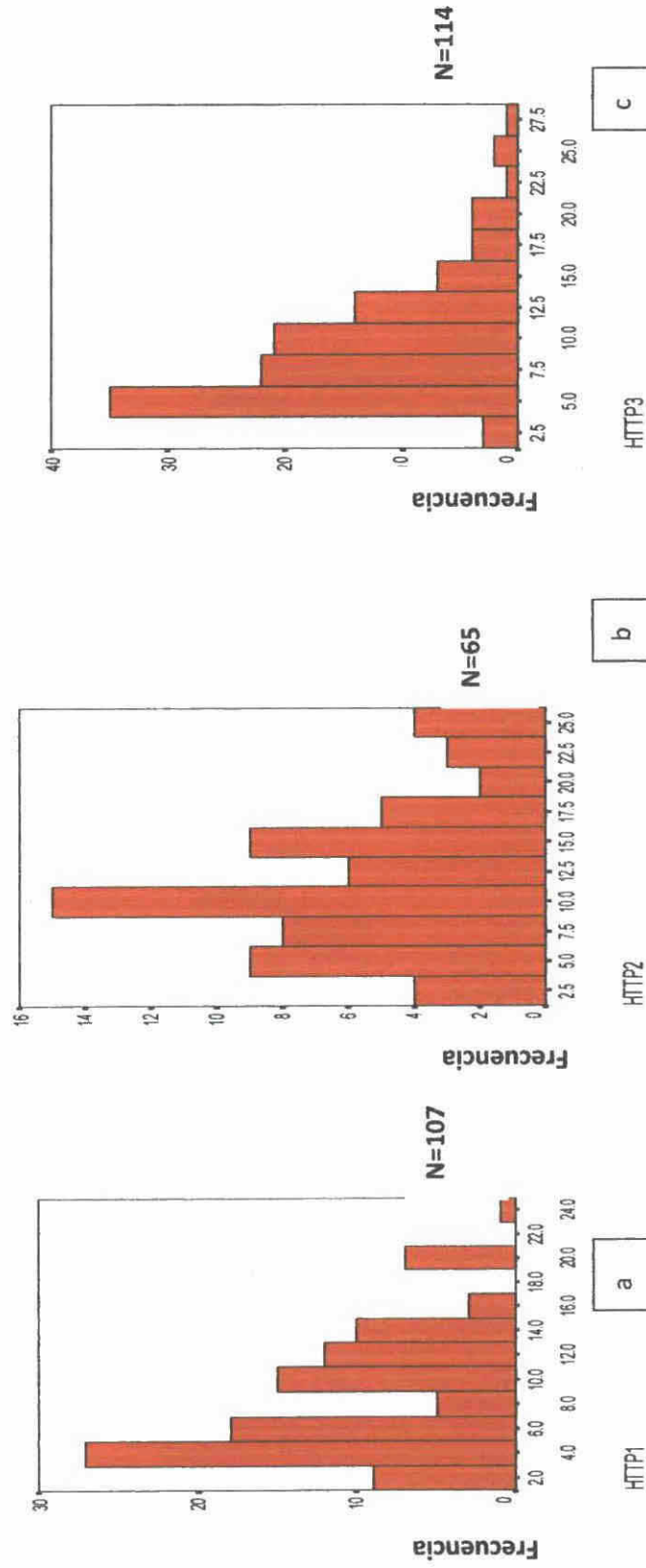


Fig. A15 (a, b, c). Distribución de las frecuencias de HTt en los arbustos y árboles por parcela en el Bosque *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

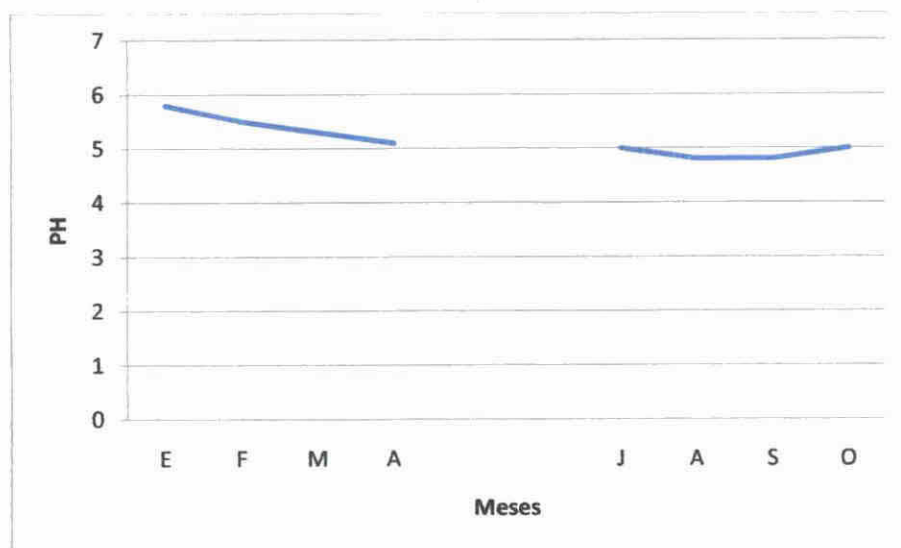


Fig. A16 Comportamiento mensual del pH en el sedimento del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

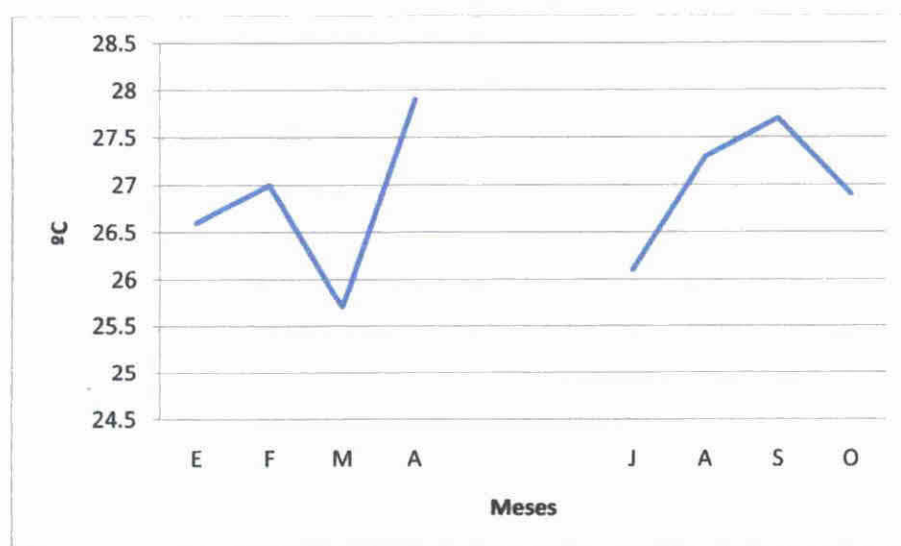


Fig. A17 Comportamiento de la temperatura en el sedimento del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

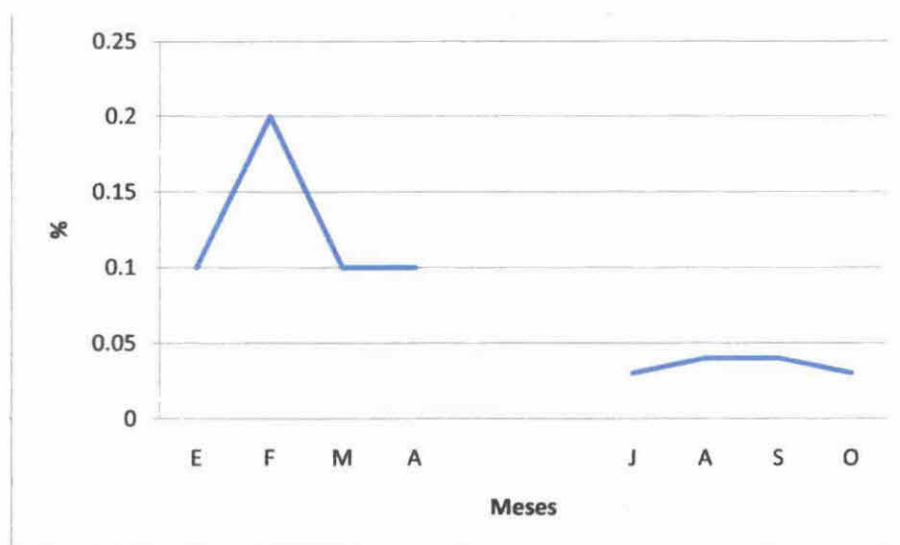


Fig. A18 Comportamiento del nitrógeno en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

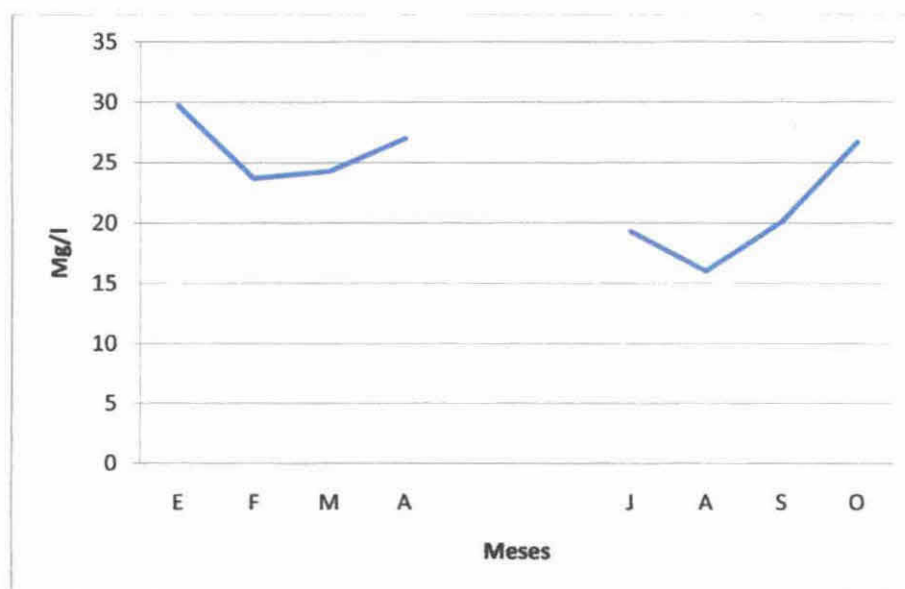


Fig. A19 Comportamiento del fósforo en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

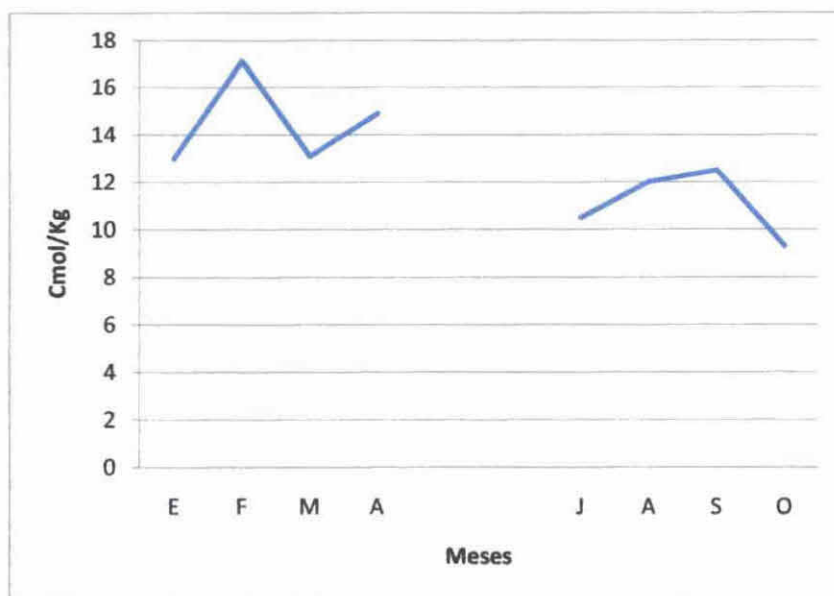


Fig. A20 Comportamiento del Magnesio en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

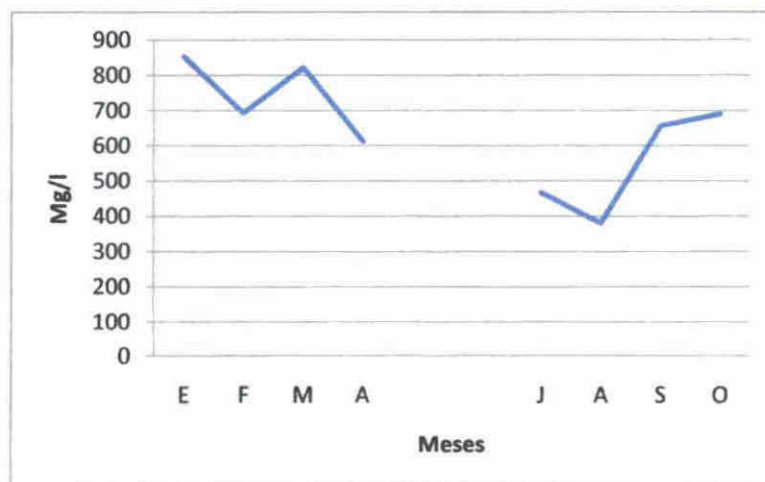


Fig. A21 Comportamiento del Potasio en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

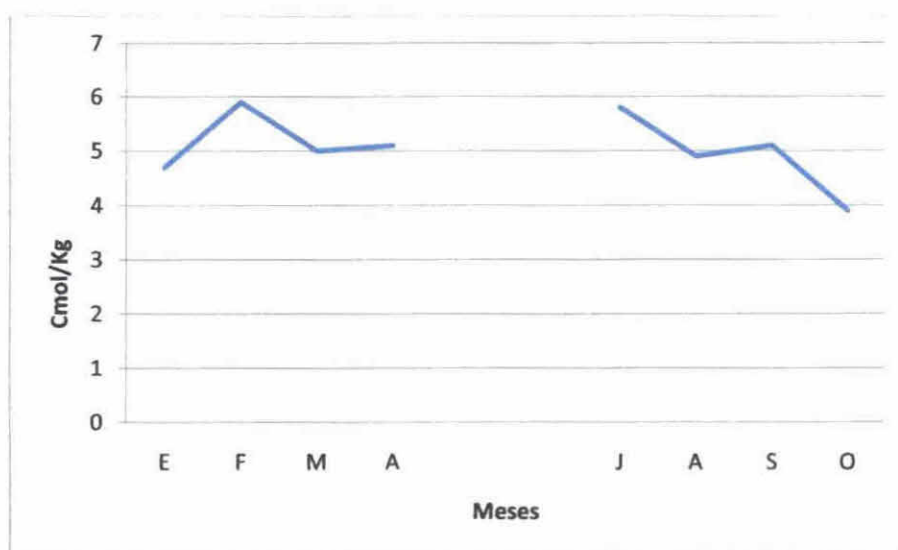


Fig. A22 Comportamiento del calcio en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

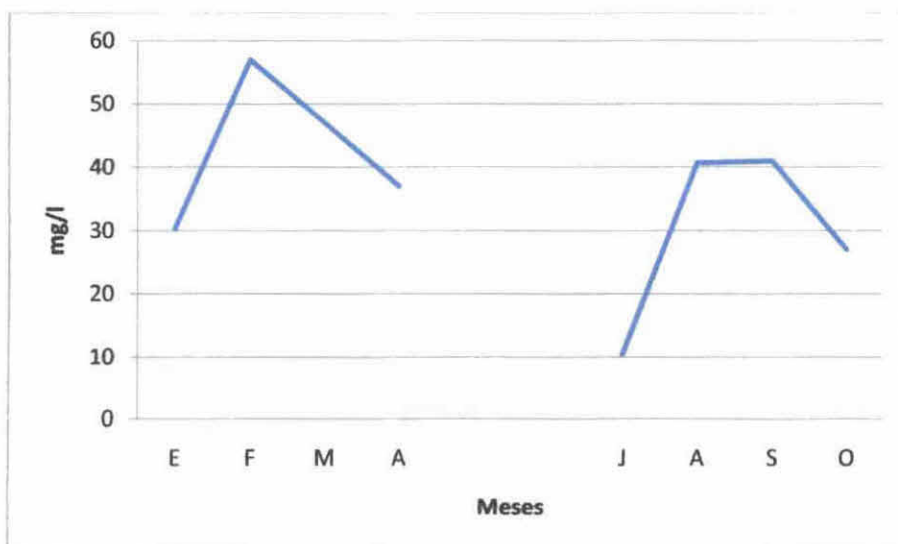


Fig. A23 Comportamiento del manganeso en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

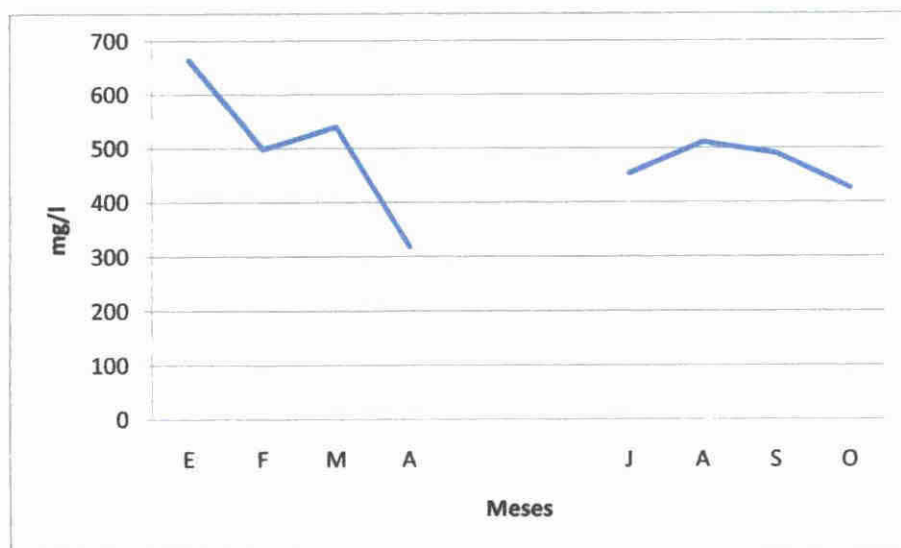


Fig. A24 Comportamiento del hierro en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

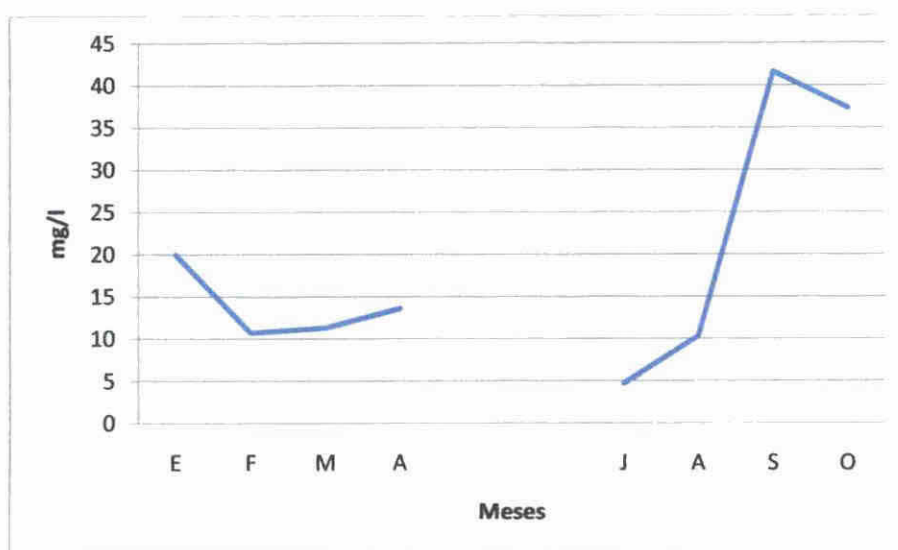


Fig. A25 Comportamiento del Zinc en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

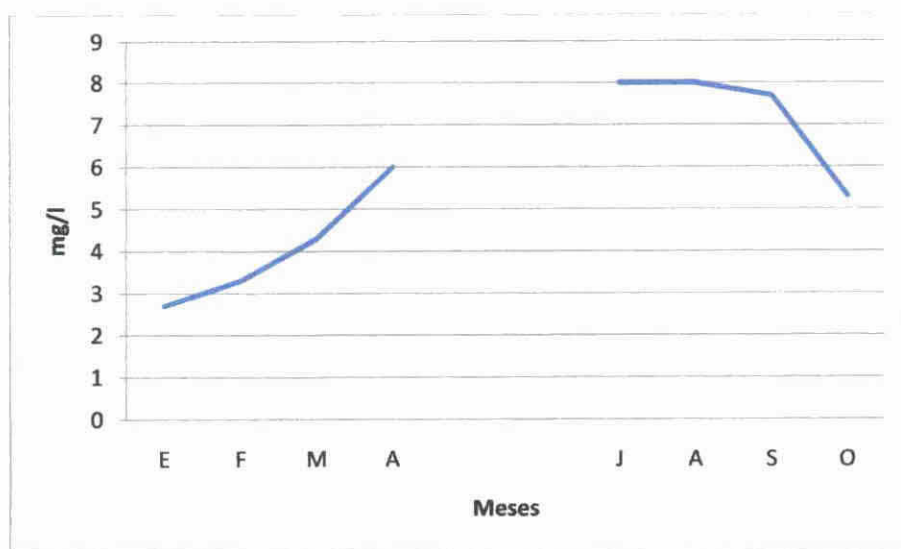


Fig. A26 Comportamiento del Cobre en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

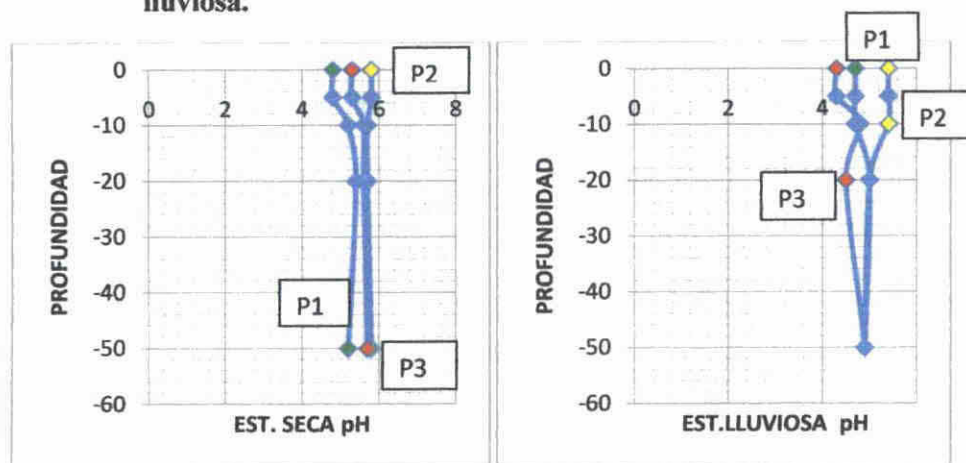


Fig. A27 (a, b) Comportamiento del pH en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

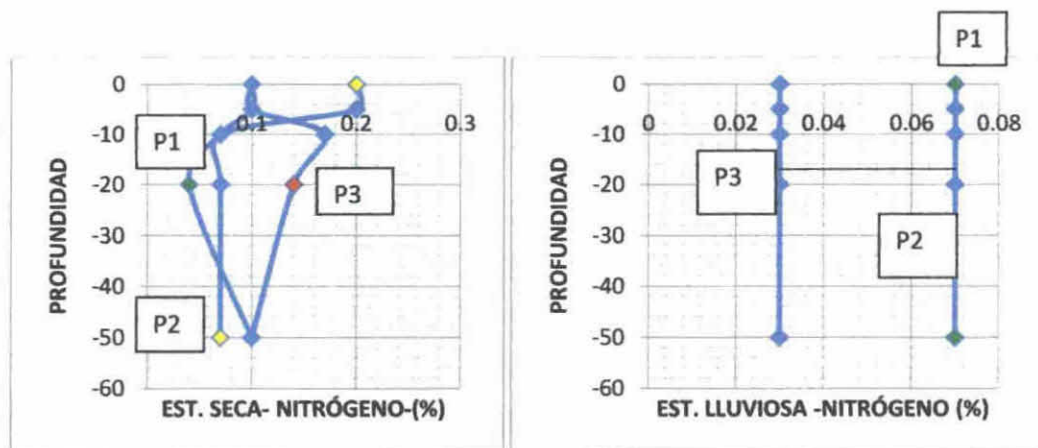


Fig. A28 (a, b) Comportamiento del nitrógeno en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

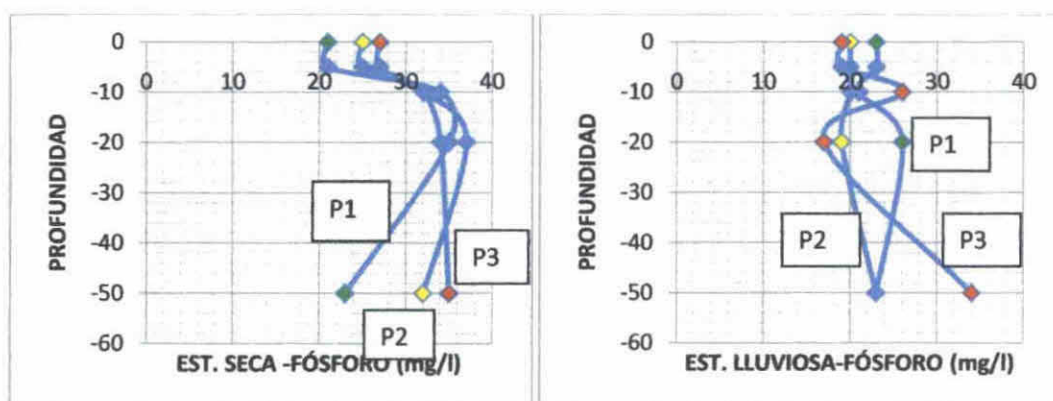


Fig. A29 (a, b) Comportamiento del Fósforo en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

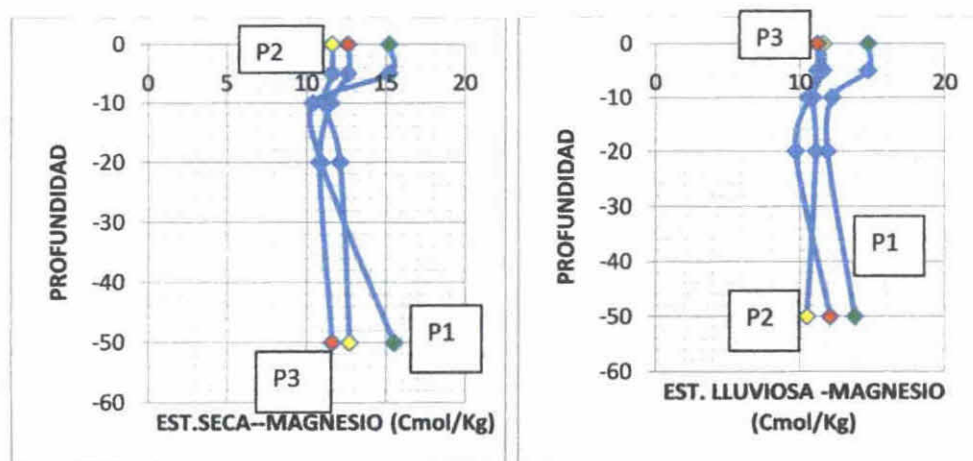


Fig. A30 (a, b) Comportamiento del magnesio en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y lluviosa.

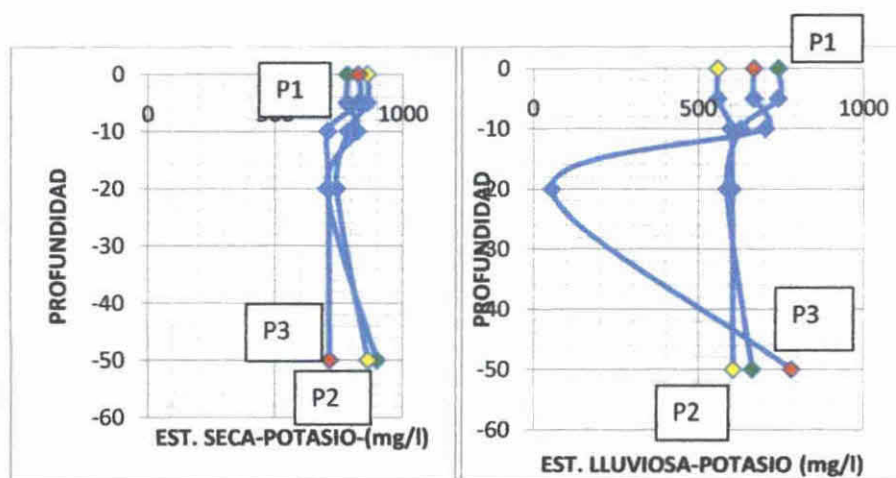


Fig. A31 (a, b) Comportamiento del Potasio en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

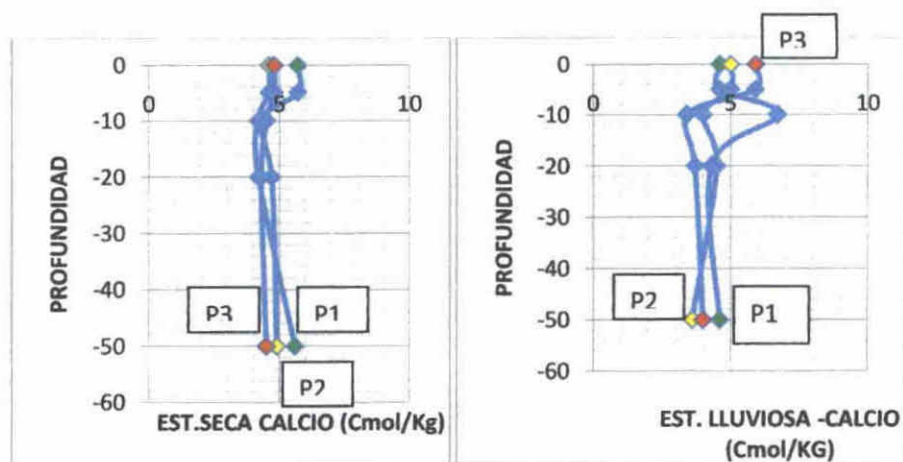


Fig. A32 (a, b) Comportamiento del Calcio en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

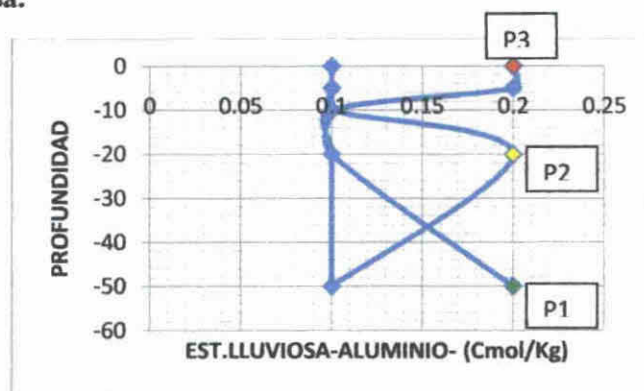


Fig. A33 Comportamiento del Aluminio en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación lluviosa.

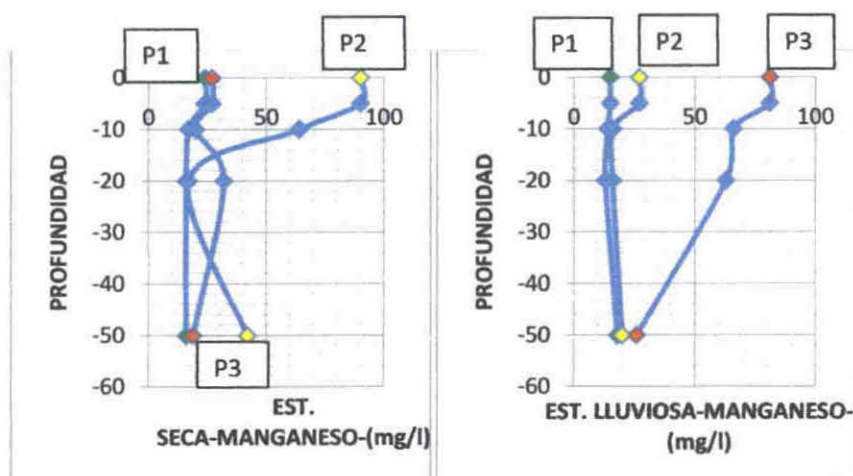


Fig. A34 (a, b) Comportamiento del Manganeso en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

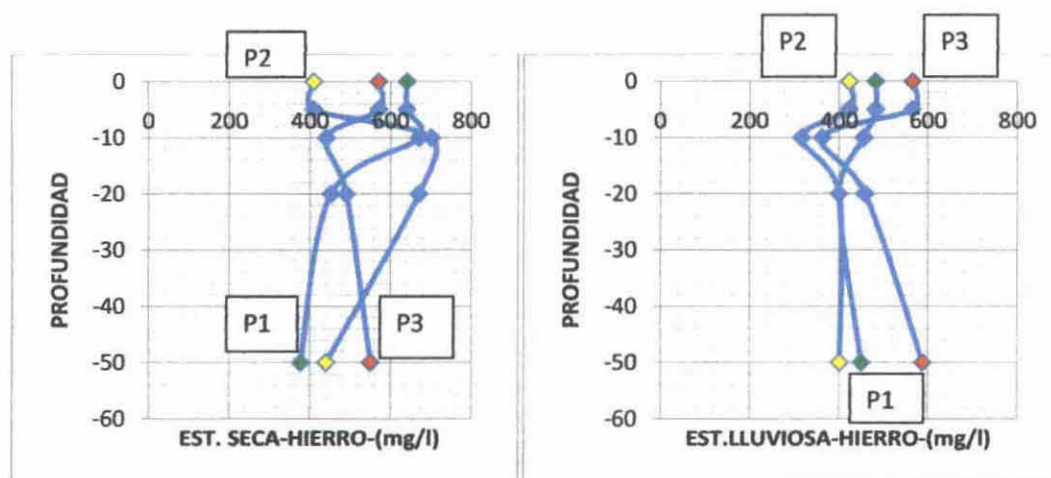


Fig. A35 (a, b) Comportamiento del Hierro en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

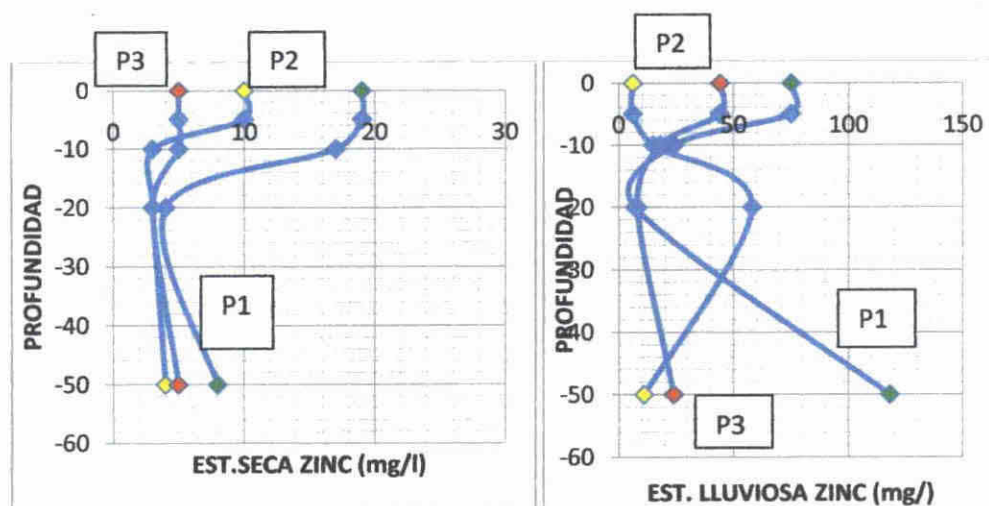


Fig. A36 (a, b) Comportamiento del Zinc en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

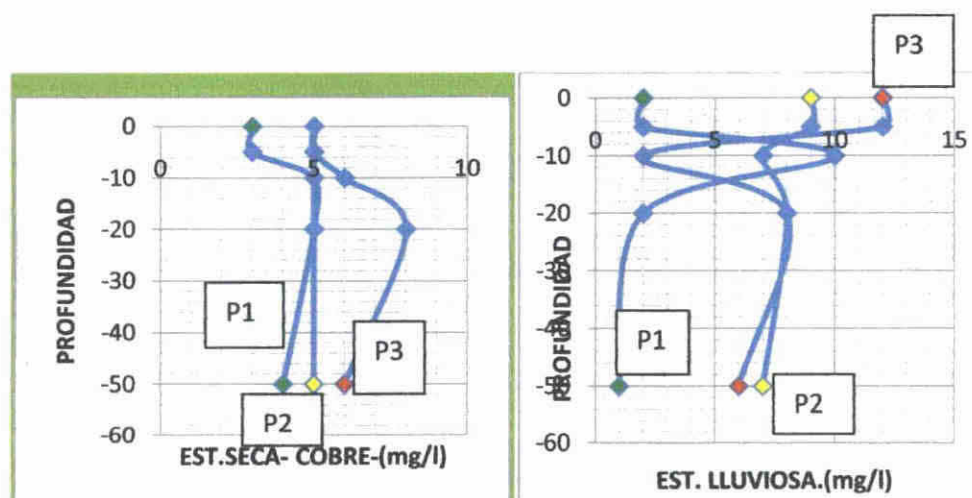


Fig. A37 (a, b) Comportamiento del cobre en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

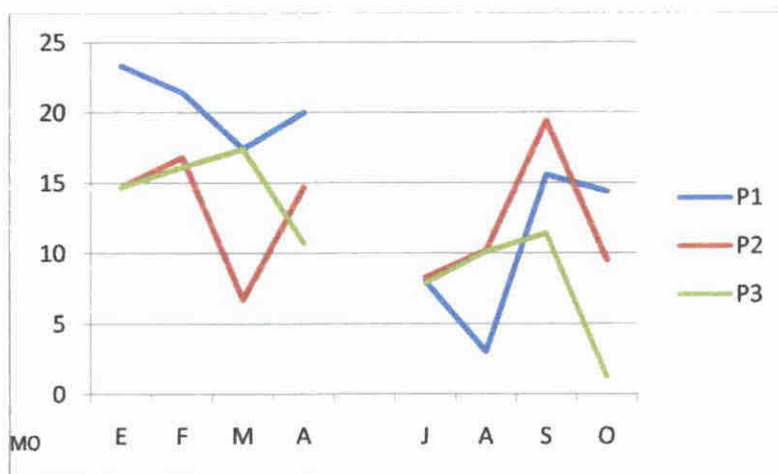


Fig. A38 Comportamiento de la materia orgánica en el sedimento sección horizontal del bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa en P1, P2 y P3.

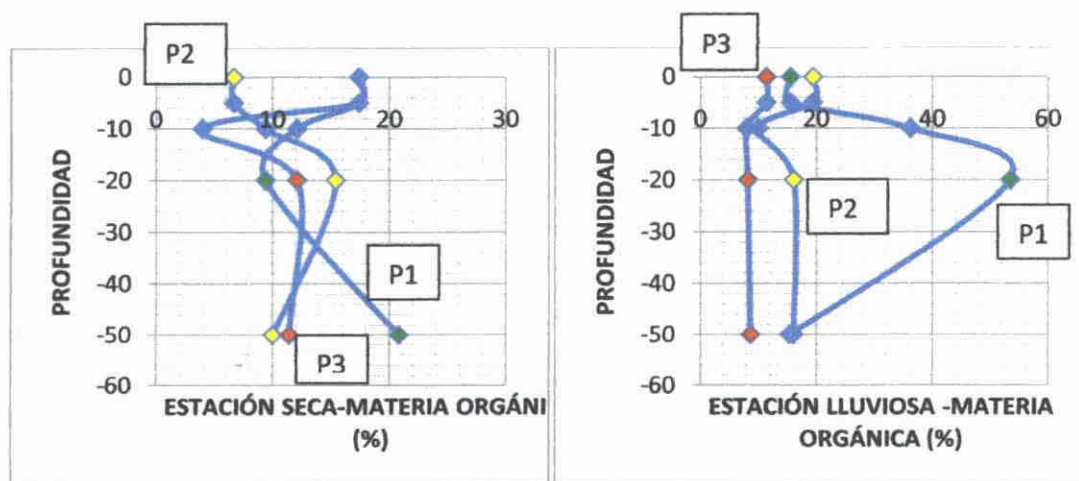


Fig. A39 (a, b) Comportamiento de la materia orgánica en el sedimento sección vertical de P1, P2 y P3 en el bosque de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas durante la estación seca y la lluviosa.

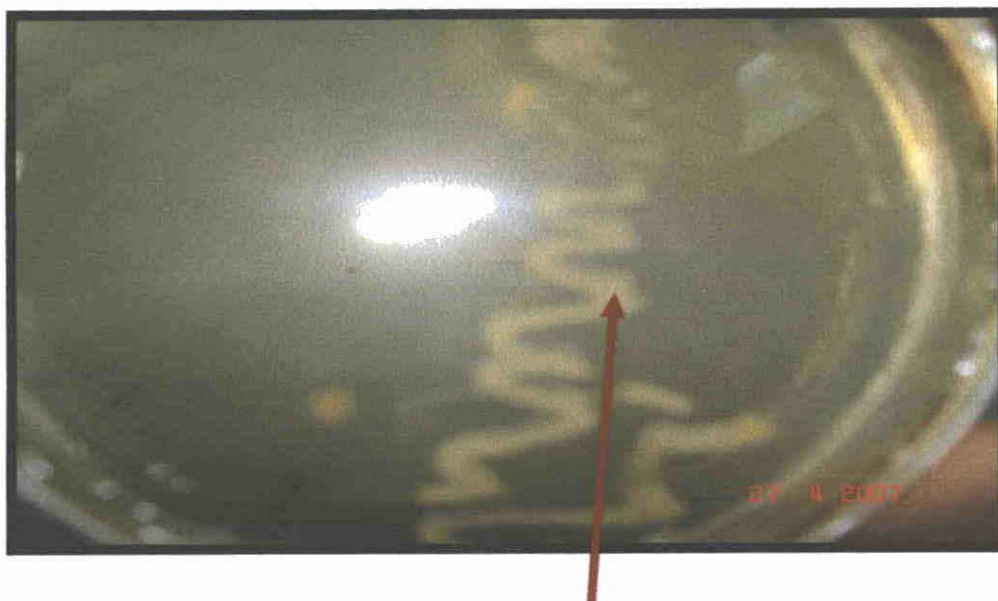


Fig. A 40 Cultivo bacteriológico de agente patógeno que ataca el tejido foliar de las plántulas de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.

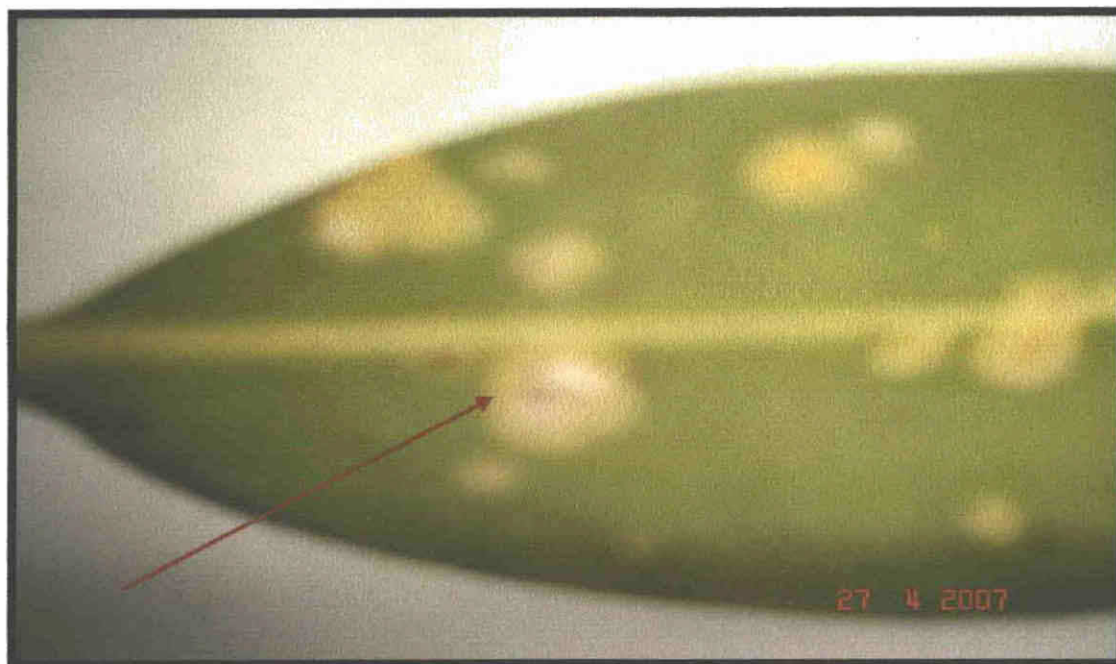


Fig. 41 Escamas (Insecto) en el envés de las hojas de las plántulas de *Rhizophora mangle*. L.



Fig. A 42 Vista de deformaciones en *Rhizophora mangle* L. causadas por *Cilindrocarpum* sobre tronco y Termitero sobre Raíz de *Rhizophora mangle* L. en Isla de Cañas.



Fig. A 43 Cultivo de Maíz, cerca con estación de mangle rojo.



Fig. A44 Cultivo de frijol de bejuco. o chiricano.



Fig. A45 Limones en el Puerto, provenientes de Isla de Cañas, Tonosi



Fig. A46 Sandías en el Puerto, provenientes de Isla de Cañas, Tonosi

ANEXO II

CUADRO B1 PERCENTILES 10 Y 90 DE DAP DE *R mangle* L EN LAS PARCELAS DE ESTUDIO EN ISLA DE CAÑAS

ATRIBUTO (árboles y arbustos)	Percentil 10	Percentil 90
DAPP1	2 9800	27 8800
DAPP2	3.3800	32 1000
PAPP3	3 2000	20 4500
DAP Total	3 1000	28 9100

CUADRO B2 PERCENTILES PARA HT EN LAS TRES PARCELAS DE ESTUDIO EN ISLA DE CAÑAS

ATRIBUTO (árboles y arbustos)	Percentil 10	Percentil 90
HTP1	3 0000	15 2000
HT P2	4 0000	22 4000
HTP3	4 0000	17 0000
HT	3.5000	18 0000

CUADRO B3 FRACCIÓN GRANULOMÉTRICA EN PORCENTAJE DEL SEDIMENTO EN LAS PARCELAS EN ISLA DE CANAS

Parcela	Grano	E	F	M	A	J	A	S	O
1	Grava	2,37	9,04	5,47	9,37	2,06	5,24	1,20	0,44
	Arena	96,23	89,70	83,88	86,88	65,12	63,34	73,60	73,90
	L + A	1,24	1,04	9,84	2,18	32,65	30,38	25,20	25,37
2	Grava	1,10	9,29	4,12	8,14	0,43	1,39	1,0	0,46
	Arena	87,42	88,02	93,52	88,82	47,83	49,91	73,80	70,06
	L + A	11,37	1,91	1,73	1,7	51,66	48,0	25,2	29,38
3	Grava	1,61	0 14	12,93	6,44	0,51	1,05	1,47	0,5
	Arena	94,55	95,28	84,32	89,38	39,37	50,21	71,74	72,20
	L + A	3 64	4,58	0,29	2,33	60,12	48,39	26,50	27,30

L + A = Limo + Arcilla

CUADRO B4 ESTADÍSTICA GRÁFICA GRANULOMÉTRICA DEL SEDIMENTO DE LA PARCELA 1 DE ISLA DE CAÑAS

Estadística Gráfica granulométrica									
Característica		ENE	FEB	MAR	ABR	JUL	AGO	SET	OCT
Grano medio	M_z	1,73	1 17	1,38	1,19	2,33	2,02	2,46	2 66
Selección	σ_i	0 98	1,52	1,49	1,74	1,53	1 85	1,37	1,19
Asimetría	Sk_i	-0,50	-0,51	-0,27	-0,50	-0,31	-0,30	-0,31	-0,24
Curtosis	K_G	1 16	1,07	0,95	1,12	0,72	0,74	0 75	0,84

CUADRO B5 ESTADISTICA GRAFICA GRANULOMÉTRICA DEL SEDIMENTO DE LA PARCELA 2 DE ISLA CAÑAS

Característica		ENE	FEB	MAR	ABR	JUL	AGO	SET	OCT
Grano medio	M_z	2,39	1,27	1,52	1,32	3 03	2,69	2,54	2,68
Selección	σ_i	1,21	1,38	1,27	1,81	1,20	1,48	1,35	1,32
Asimetría	Sk_i	-0,03	-0,88	-0,47	-0,44	-0,88	-0,76	-0,41	-0,54
Curtosis	K_G	1,79	0,79	1,09	1,39	0,82	0,76	0 78	0,88

CUADRO B6 ESTADÍSTICA GRÁFICA GRANULOMÉTRICA DEL SEDIMENTO DE LA PARCELA 3 DE ISLA DE CAÑAS

Característica		ENE	FEB	MAR	ABR	JUL	AGO	SET	OCT
Grano medio	M_z	1,93	2,18	0,95	1,39	3,22	2 94	2,57	2,59
Selección	σ_i	1,15	0,71	2,00	1 77	1,00	1,28	1,32	1,36
Asimetría	Sk_i	-0,25	-0,09	-0,33	-0 43	-0,87	-0,81	-0,30	-0,49
Curtosis	K_G	2,14	2 02	1,23	1,55	0,95	0 90	0,92	0,83

CUADRO B7 FRACCIÓN GRANULOMÉTRICA EN PORCENTAJE DEL SEDIMENTO EN EL CANAL EN ISLA DE CAÑAS

Parcela	Grano	E	F	M	A	J	A	S	O
1	Grava	0,08	2,03	3,27	2 94	1,78	2,67	0,30	0,25
	Arena	91 07	94 19	89 86	93,28	57,76	63,49	75 47	73,23
	L + A	8,85	3,58	6 77	2,77	40,46	33,84	24,13	26,52
2	Grava	1,01	0,57	3,43	4,35	2,12	0,37	0,27	0,59
	Arena	87,98	91,78	86,85	92,54	56,86	55,25	84,18	85,30
	L + A	1,01	7,65	9,72	2,56	41,02	44,31	15,48	13,68
3	Grava	0,30	4,48	3,04	5,87	1,19	0,57	0,60	1,11
	Arena	87,93	91,66	78,98	93,56	55,81	56,75	76,50	75,60
	L + A	11,77	3,00	17,81	0,38	42,83	42,61	22,90	23,19

L + A = Limo + Arcilla

Cuadro B8 USOS DEL RECURSO VEGETAL DEL BOSQUE DE MANGLAR EN ISLA DE CAÑAS

RECURSO	USO	ACTIVIDAD ECONÓMICA
Leña	Fogón	Subsistencia
Horquetas	Viviendas, enramadas, jorón (depósitos)	Subsistencia
Soleras o cadenas	Viviendas, enramadas, jorón (depósitos)	Subsistencia
Barrotes o varas	Viviendas, enramadas, jorón (depósitos)	Subsistencia
Estacones	Cercas de patios y lotes	Subsistencia

Cuadro B9 FAUNA ASOCIADA AL BOSQUE DE MANGLAR DE ISLA DE CAÑAS Y DE IMPORTANCIA ECONÓMICA PARA LOS USUARIOS DEL MANGLAR.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	CLASE
1 Cangrejo panameño	<i>Cardisoma crassum</i>	Crustácea
2 Cangrejo mangote	<i>Ucides occidentalis</i>	Crustácea
3 Jaiba	<i>Callinectes sp.</i>	Crustácea
4 Camarón blanco langostino	<i>Penaeus vannamei</i>	Crustácea
5 Camarón conchudo	<i>Macrobrachium americano</i>	Crustácea
6 Concha negra	<i>Anadara tuberculosa</i>	Pelecypoda
7 Concha negra	<i>Anadara similis</i>	Pelecypoda
8 Hachita	<i>Mutella guyanensis</i>	Pelecypoda
9 Cocálca o casco de burro	<i>Grandiarca grandis</i>	Pelecypoda
10 Concha miona	<i>Polymesoda inflata</i>	Pelecypoda
11 Concha blanca	<i>Prototaca asperrima</i>	Pelecypoda
12 Longorones	<i>Solen rudis</i>	Pelecypoda
13 Pargo colorado	<i>Lutjanus colorado</i>	Peces
14 Pargo amarillo	<i>Lutjanus argentiventris</i>	Peces
15 Pargo mancha	<i>Lutjanus guttatus</i>	Peces
16 Corvina boqui amarilla	<i>Cynosción sp</i>	Peces
17 Corvina blanca	<i>Cynosción sp</i>	Peces
18 Róbalo aguja	<i>Centropomus nigrescens</i>	Peces
19 Robalo pipón o gualajo	<i>Centropomus armatus</i>	Peces
20 Mero	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	Peces
21 Cojinua	<i>Hemucarax sp</i>	Peces
22 Jurel	<i>Caranx caballus</i>	Peces

23 Bagre	<i>Bagre sp</i>	Peces
24 Cominate	<i>Bagre panamensis</i>	Peces
25 Lisa	<i>Mugil curema</i>	Peces
26 Mojarra	<i>Diapterus peruvianus</i>	Peces
27 Roncador	<i>Anisotremos dovii</i>	Peces
28 Chopá	<i>Kyposus</i>	Peces
29 Iguana negra	<i>Ctenosauria similis</i>	Reptiles
30 Iguana blanca	<i>Iguana iguana</i>	Reptiles
31 Guichichi	<i>Dendrocygna a. autumnalis</i>	Aves
32 Coquito	<i>Eudocimus albus</i>	Aves
33 Casanga	<i>Pionus menstruus</i>	Aves
34 Loro moñi rojo	<i>Amazonas autumnalis</i>	Aves
35 Perico piqui prieto	<i>Aratinga pertinax</i>	Aves
36 Perico piqui blanco	<i>Brotogeris juglares</i>	Aves
37 Guacamaya roja	<i>Ara macao</i>	Aves
38 Gato manglarejo	<i>Procion cancrivorus</i>	Mamífero

Cuadro B 10 CLASIFICACIÓN DE LOS CRUSTACEOS SEGÚN SU VALOR COMERCIAL Y DE UTILIDAD PARA LOS ISLEÑOS

Especie	Valor comercial	Subsistencia
Cangrejo panameño	0 25 cada uno o 5 por 1 balboa	X
Mangote	-----	X
Jaiba	-----	X
Camarón blanco	1.50 a 2 00 la libra	X
Camarón conchudo	1 00 la libra	X

Nota No se comercializa X Se utiliza para el consumo en el hogar

Cuadro B11 CLASIFICACIÓN DE LOS PELECYPODOS SEGUN SU VALOR COMERCIAL Y DE UTILIDAD PARA LOS ISLEÑOS

Especie	Valor comercial	Subsistencia
Concha negra o prieta	0.30 a 0.50 la docena o el cubo de 9 00 9 50	X
Hachita	0.50 la docena	X
Cocálica o casco de burro	_____	X
Concha miona	_____	X
Concha blanca	_____	X
Longorones	_____	X

Nota -- No se comercializa X Se utiliza para el consumo en el hogar

Cuadro B12 CLASIFICACION DE LOS PECES UTILIZADOS PARA LA ALIMENTACIÓN EN ISLA DE CAÑAS SEGÚN SU VALOR COMERCIAL

0.75- 1.00	0.60 1.00	0.15 0.60
Pargo colorado	Róbalo aguja	Cojinua
Pargo amarillo	Róbalo pipón o gualajo	Jurel
Pargo mancha		Bagre
Corvina boqui amarilla		Cominate
Corvina blanca		Lisa
Mero		Mojara, Roncador y Chopa

Cuadro B13 CLASIFICACIÓN DE LAS AVES SEGUN SU UTILIDAD POR LOS USUARIOS DEL BOSQUE DE MANGLE EN ISLA DE CAÑAS

CONSUMO	MASCOTAS
Guichichi	Guacamaya roja
Coquito	Coquito
Casanga	Casanga
	Loro moñi rojo
	Pericos piquiblanco y pericos piquinegros.

Cuadro B14 MÉTODOS DE CAPTURA, CONDICIONES DE LA MAREA Y ÉPOCA POR AÑO EN QUE SE REALIZAN LAS CAPTURAS DE ANIMALES MARINOS COSTEROS ASOCIADOS AL BOSQUE DE MANGLE EN ISLA DE CAÑAS

CLASE	GRUPO	INSTRUMENTOS UTILIZADOS	CONDICIÓN DE LA MAREA	ÉPOCA DEL AÑO
Crustáceos	Cangrejos	Mano y el apoyo de una horqueta o palo	—	Junio Julio
	Jaibas	Chuzo, red	Baja	Todo el año
	Camarones	Atarraya	Baja	Todo el año
Relecypodos	Conchas	Mano	Baja	Septiembre a octubre
	Concha Hachita	Mano y a veces cuchillo	Baja	Todo el año
	Longorones	Machete, pala, coa y a veces cal	Baja	Todo el año
Peces	Peces de primera y revoltura.	Cuerda con anzuelo o trasmallo	Baja o creciente.	Todo el año, pero por temporadas
	Corvinas	Cuerda con araña de plomo trasmallo	Baja o creciente	Todo el año más en diciembre.

	Lisa	Fija más lámpara	Baja	Todo el año más en estación lluviosa
Reptiles	Iguana negra y blanca	Mano hilo con lazo biombo rifle, perros	_____	Enero, febrero
Aves	Consumo	Biombo rifles	_____	Todo el año
	Mascotas	Biombo, nidos cerrando la salida	_____	Todo el año
	Pichones	En nidos	_____	Enero, marzo
Mamíferos	Gato manglarejo	Biombo, rifles perros	_____	Época de cosecha de mango y sandía

ANEXO III

UNIVERSIDAD DE PANAMA

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

Programa de Maestría en Ecología de Zonas Costeras con Orientación en el Manejo de Recursos Costeros Marinos.

Caracterización del Manglar en Isla Caña, Refugio de Vida Silvestre Isla de Cañas Distrito de Tonosí Provincia de Los Santos

ENTREVISTA

N _____

Fecha _____

Corregimiento Isla de Cañas

Poblado _____ Es Usted Jefe/a del

hogar _____

Es residente permanente en Isla de Cañas _____ Visita el Manglar y su estero _____

¿Qué opina Usted de los manglares?

¿Considera Usted que existe algun peligro para los manglares de Isla de Cañas y alrededores?

_____ Especifique _____

Que extrae del manglar ubicado en la Isla de Cañas (especies animales o vegetales) _____

Producto traído al anclar	Nombre comun de la especie(animal) o (vegetal)de donde se extrae	Valor comercial	Mercado	Cantidad M P MP	Estación del año	Tecnología de extracción(instru mentos utilizados en colecta)
ña						
stilla						
aras o rrotes						
oleras o denas						
orquetas						
stacones ra cerca						
áscara						
arbón						
oliquetos						
rustáceos						
olusco						
ces						
ptiles						
ves						
amíferos						
ros pecifique						

M= Mucho P= Poco MP= Muy poco

¿Qué instrumentos utiliza para la colecta o extracción de los recursos del manglar?

El producto que Usted extrae del manglar lo utiliza para

a Consumo en el hogar _____

b Venta _____

c Otros _____

C 1 Formulario aplicado en la entrevista a los Usuarios del manglar en Isla de Cañas